N° d'enregistrement
Université de Bordeaux I
- 400 -

N° d'enregistrement
C.N.R.S.
- -

THÈSE

DE DOCTORAT D'ÉTAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRESENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Henri LAVILLE

—«o»—

CLIMATOLOGIE ET CHRONOLOGIE DU PALEOLITHIQUE EN PERIGORD :

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE DEPOTS EN GROTTES ET SOUS ABRIS.

—«o»—

TOME - 1 - TEXTE

Soutenue, le 27 Avril 1973, devant la Commission d'Examen :

MM. M. VIGNEAUX, Professeur	Président
F. BORDES, Professeur	Examinateurs
J. PIVETEAU, Professeur, Membre de l'Institut	
Mme. D. de SONNEVILLE - BORDES, Maître de Recherche au C.N.R.S.	
M. E. BONIFAY, Maître de Recherche au C.N.R.S.	

- 1973 -

N° d'enregistrement
Université de Bordeaux I
- 400 -

N° d'enregistrement
C.N.R.S.
- -

THÈSE

DE DOCTORAT D'ÉTAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRESENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Henri LAVILLE

—«o»—

CLIMATOLOGIE ET CHRONOLOGIE DU PALEOLITHIQUE EN PERIGORD :

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE DEPOTS EN GROTTES ET SOUS ABRIS.

—«o»—

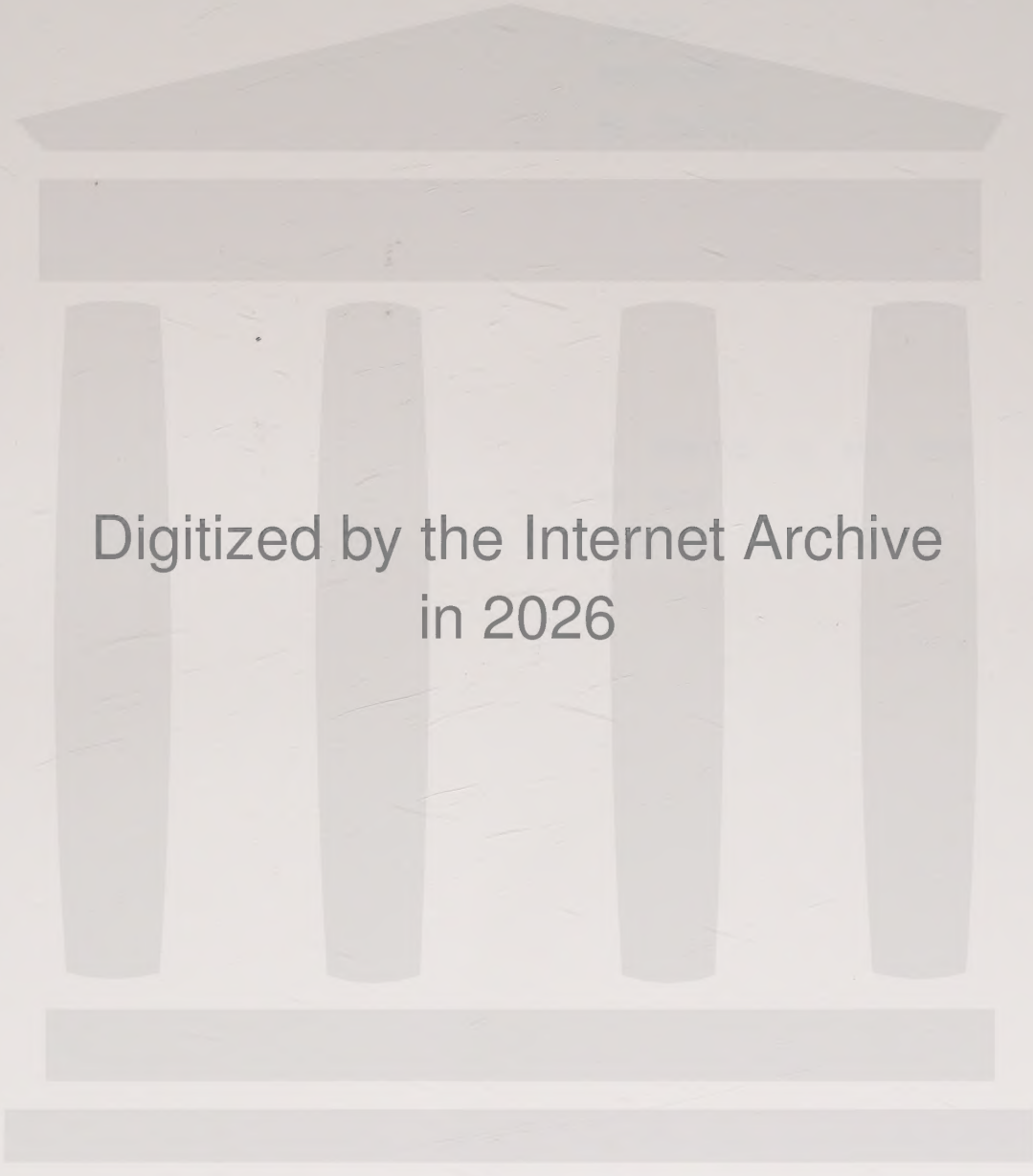
TOME - 1 - TEXTE

Soutenue, le 27 Avril 1973, devant la Commission d'Examen :

MM. M. **VIGNEAUX**, Professeur	Président
F. BORDES, Professeur	Examinateurs
J. PIVETEAU, Professeur, Membre de l'Institut	
Mme. D. de **SONNEVILLE - BORDES**, Maître de Recherche au C.N.R.S.	
M. E. **BONIFAY**, Maître de Recherche au C.N.R.S.	

- 1973 -

UNIV.
LEIDEN
BIBL.


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547309_0008

A MARIE - FRANCOISE
JEROME
BENEDICTE
ET FRANCOIS

A LA MEMOIRE DE MON PERE
A MA MERE
A TOUS LES MIENS

AVANT - PROPOS

Venu des "terres froides" du Périgord vert, dont tous les géologues se plaisent à reconnaître l'appartenance au Limousin, ce n'est pas pour cultiver le paradoxe que je me suis intéressé au Quaternaire du Périgord noir ...

C'est là un hommage qu'il m'est agréable de rendre à Monsieur le Professeur BORDES, mon directeur de recherche.

Son enseignement théorique, puis les conseils pratiques qu'il m'a prodigués depuis plus de dix ans sur ses chantiers de fouilles, m'ont conduit aux résultats exposés ici.

J'ai appris, à son contact, à discerner la rigueur du raisonnement scientifique de la simple intuition, et lui sais gré d'avoir su, par ses leçons, souvent directes, mais toujours amicales, corriger mes égarements de jeune chercheur.

Je lui suis reconnaissant d'avoir, d'emblée, patronné mon entrée au C.N.R.S. et de m'avoir manifesté sa confiance en m'offrant la chance d'étudier les gisements classiques du Périgord.

Je tiens tout particulièrement à le remercier d'avoir, au fil de la rédaction, et chapitre après chapitre, sacrifié son temps pour examiner ce mémoire.

Monsieur le Professeur VIGNEAUX m'a enseigné les bases de la géologie classique ; il m'a, par la suite, accueilli dans son service pour préparer une thèse de troisième cycle.

Il a toujours répondu à mes sollicitations, et a mis à ma disposition les moyens modernes de ses laboratoires.

Je suis heureux de le voir, aujourd'hui, présider mon jury de thèse.

Je sais, par avance, que son grand éclectisme lui permettra de trouver le lien entre l'écologie des hommes préhistoriques et ses conceptions nouvelles sur la colonisation des fonds sous-marins.

Monsieur le Professeur PIVETEAU, Membre de l'Institut, mon parrain au C.N.R.S., s'est toujours intéressé à mes travaux, dont il a accepté de présenter les résultats essentiels à l'Académie des Sciences.

Je regrette de n'avoir pu lui faire part, plus souvent, de l'avancement de mes recherches en raison de son éloignement.

Sa présence aujourd'hui m'est d'autant plus sensible.

Au cours des dix années passées au Laboratoire de Géologie du Quaternaire et Préhistoire, j'ai appris, non seulement à connaître, chez Madame de SONNEVILLE-BORDES, Maître de Recherche au C.N.R.S., son expérience en matière d'archéologie préhistorique, et à apprécier sa bienveillance à mon égard, mais aussi à redouter le bien-fondé de ses critiques.

Je la prie de trouver ici le témoignage respectueux d'une dette scientifique inappréciable.

Sans les bases méthodologiques de l'analyse des dépôts de grottes et d'abris sous roche, que Monsieur E. BONIFAY, Maître de Recherche au C.N.R.S., m'a enseignées, je n'aurais su tirer parti, dans les mêmes conditions, des remplissages exceptionnels du Périgord.

Nos rencontres, malheureusement trop espacées, ont toujours été empreintes d'une parfaite cordialité.

Sa présence dans ce jury, outre le plaisir qu'elle me procure, me laisse espérer un dialogue une nouvelle fois enrichissant.

En m'accueillant, pendant plus d'un an, au B.R.G.M., avec l'aimable autorisation de Monsieur GUILLEMIN, Directeur du Service géologique national, H. ASTIE, Directeur du S.G.R. Aquitaine, m'a rendu des services que je ne saurais oublier.

Avec notre ami J.M. MARIONNAUD, Chef de la section de géologie, de nombreuses discussions, tant sur le plan des principes généraux que sur celui des applications concrètes, m'ont apporté rigueur et ouvertures nouvelles.

A l'ensemble de la vivante équipe du S.G.R.Aquitaine, qui a bien voulu m'adopter aussi amicalement, j'exprime tous mes remerciements.

Je tiens plus particulièrement à souligner le dévouement et l'extrême compétence avec lesquels Madame PALLICE a assuré la tache ingrate de la dactylographie.

Mes collègues du Laboratoire de Géologie du Quaternaire et Préhistoire m'ont prodigué, des années durant, amitié, aide, encouragements et critiques constructives.

Monsieur F. PRAT m'a enseigné les éléments de paléontologie indispensables à toutes recherches sur le Quaternaire, et a toujours répondu avec empressement à mes nombreuses requêtes.

Grâce à Mademoiselle M.M. PAQUEREAU, j'ai pu confronter mes résultats avec ceux de la palynologie. Je lui suis reconnaissant de m'avoir autorisé à faire état de données souvent inédites.

F. DELPECH, C. SUIRE, J.P. TEXIER, J.M. BOUVIER, P. LAURENT, M. LENOIR, m'ont fait partager leurs connaissances sur d'autres domaines du Quaternaire, et m'ont fourni leur soutien matériel.

Au cours des nombreuses années passées ensemble au laboratoire, et à la faveur de nombreuses excursions sur le terrain, Cl. THIBAULT m'a fait profiter de son expérience dans le domaine de la stratigraphie et de la paléopédologie.

Mesdames C. PARIES et V. FERRARI m'ont toujours accordé leur aide amicale. Monsieur J. PARIES a assuré, avec conscience et bonne humeur, l'impression du texte.

Que tous soient vivement remerciés.

Avec mon ami J.Ph. RIGAUD, nous avons toujours réussi à concilier le travail sérieux et la joie de vivre ... Ses vues nouvelles, en matière de Préhistoire, m'ont été des plus précieuses pour aborder le domaine délicat de la chronologie des civilisations paléolithiques.

Que par Mesdames PRUD'HOMME et VINCON, ainsi que Messieurs CHABAUD, TROUVAT et VERGNAUD, qui m'ont consacré une grande partie de leur temps ces dernières semaines, tout l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine soit assuré de ma gratitude.

Mes recherches sur le terrain ont été facilitées par l'esprit de collaboration des différents responsables de chantiers de fouilles sur lesquels j'ai travaillé.

C'est grâce à Messieurs ARAMBOUROU, BORDES, BOUVIER, CELERIER, CHAMPAGNE, DELPORTE, ESPITALIE, FLIES, Madame et Monsieur GUICHARD, Messieurs PRAT, RIGAUD, ROUSSOT, Madame de SONNEVILLE-BORDES et Monsieur TIXIER que j'ai pu, par des prélèvements souvent préjudiciables à l'esthétique d'une coupe, mener à bien cette étude.

Eux aussi m'ont autorisé à faire état de renseignements souvent inédits.

Parmi les personnalités scientifiques de tous pays qui s'intéressent au Périgord préhistorique, je tiens particulièrement à honorer Messieurs les Professeurs MOVIUS, SACKETT et FARRAND.

Enfin, je n'oublierai pas ma femme qui a su concilier ses taches familiales, l'élaboration de sa propre thèse et les contraintes que lui ont imposées ma vie de chercheur. PARI TENU ...

INTRODUCTION

C'est au terme d'un premier travail de recherches, portant sur l'étude sédimentologique du remplissage würmien de quatre abris sous roche, qu'il nous fut proposé d'étendre nos investigations à d'autres gisements du Périgord.

Les difficultés d'une telle entreprise étaient certes nombreuses dans un domaine qui, de par l'origine et la nature même des dépôts qui le caractérisent, ne pouvait être abordé seulement par les méthodes classiques de la sédimentologie : d'autres moyens d'analyses devaient leur être associés.

Pourtant, l'intérêt que suscita la publication de nos premières conclusions sur l'évolution climatique du Würm récent en Périgord nous encouragea à poursuivre ce projet.

Dans le large éventail de possibilités qui s'offraient à nous, c'est sur l'aspect chronologique du problème que se porta notre choix.

La fragilité des arguments avancés par certains auteurs dans des essais de corrélations à l'échelle européenne, voire entre deux continents, la remise en question périodique de certains pivots de la chronologie du Quaternaire de l'Europe centrale et de l'Europe du Nord, nous avaient depuis longtemps convaincu que tout essai de synthèse serait vain tant que n'auraient pas été réalisées de solides études régionales. De ce point de vue, l'étude sédimentologique du remplissage des grottes et des abris sous roche du Périgord préhistorique pouvait, elle aussi, fournir matière à l'établissement d'une chronologie climatique locale du Pléistocène.

L'objet de cette étude s'intégrait par ailleurs très étroitement au principal thème de recherches du Laboratoire de Géologie du Quaternaire et de Préhistoire auquel nous sommes rattaché : "la chronologie du Pléistocène dans le Sud-Ouest de la France".

L'orientation de nos recherches fut, au début, guidée par l'idée généralement admise que des industries à fossiles directeurs identiques ou présentant un assemblage lithique similaire étaient, pour une région géographiquement aussi réduite que le Périgord, nécessairement contemporaines.

Pourtant, au fur et à mesure que nos résultats s'accumulèrent, il apparut que la valeur chronologique des industries préhistoriques, démontrée dès 1949 par F. BORDES, incontestable à grande et moyenne échelle, devenait beaucoup plus approximative au niveau de la dissection chronologique que nous étions conduit à réaliser ; l'interstratification, dans un même remplissage, des différents faciès du complexe moustérien, leur position apparemment désordonnée dans le Würm ancien, en sont les exemples les plus concrets. De même, la comparaison des résultats concordants de l'étude de plusieurs stratigraphies du Würm récent et, plus particulièrement, de la séquence aurignacienne, démontra rapidement que les analogies relevées entre les niveaux archéologiques de plusieurs stations témoignaient plus, dans certains cas, d'un degré d'évolution identique qu'elles ne garantissaient leur synchronisme.

L'utilisation des industries préhistoriques présentes à différents niveaux des remplissages étudiés, puis celle des coupures stratigraphiques majeures, telles que sols d'altération, planchers stalagmitiques, ravinements, nous a permis, dans un premier temps, de situer chaque dépôt dans la glaciation, le stade glaciaire, voire dans la partie du stade correspondant.

Nous nous sommes ensuite efforcé de reconstituer l'histoire climatique du dépôt, essayant non seulement de décrire chaque oscillation, mais aussi d'y retrouver l'enchaînement des évènements climatiques qui ont caractérisé son amorce, son développement, puis son déclin.

La chronologie de chaque séquence stratigraphique ainsi établie, le nombre des oscillations climatiques et leurs caractéristiques ainsi précisées, nous avons pu procéder à des corrélations et définir

dans le détail, la position relative des différents niveaux archéologiques.

Dépassant l'orientation première de nos recherches, les résultats acquis nous ont alors permis d'aborder quelques uns des problèmes que pose la chronologie des industries préhistoriques en Périgord.

C'est en toute connaissance de cause que nous avons adopté le cadre chronologique établi par F. BORDES, en 1953, dans son étude sur les limons quaternaires du bassin de la Seine. En matière de chronologie würmienne plus particulièrement, la mise en évidence d'évènements sédimentologiques majeurs nous a immédiatement confirmé la succession de quatre stades, comportant chacun plusieurs phases climatiques.

Pour l'appellation des oscillations climatiques que nous avons mises en évidence, nous nous sommes abstenu de faire référence aux noms locaux qui ont été proposés par différents chercheurs, en France ou à l'étranger. L'utilisation d'une telle terminologie aurait supposé que nous soyons convaincu de l'absolue concordance de nos résultats avec ceux obtenus dans d'autres régions, ou bien que nous acceptions, à priori, d'intégrer nos résultats à un système préétabli dont on connaissait les insuffisances.

Les nombreux mois de fouilles et de prospections sur le terrain, ainsi que la somme considérable d'analyses que nous ont imposés nos recherches, nous ont obligé à sélectionner un certain nombre de gisements.

Nous nous sommes intéressé, en premier lieu, aux gisements en cours de fouille, dans lesquels nous avons pu réaliser une étude stratigraphique détaillée et un échantillonnage systématique des dépôts en différents secteurs.

Notre choix s'est ensuite porté sur les grottes et les abris classiques du Périgord, anciennement fouillés mais, pour la plupart,

protégés et classés, dans lesquels nous n'avons pu procéder qu'à des prélèvements très localisés et plus limités.

A une exception près, nous avons délibérément exclu d'associer à nos conclusions la documentation que nous avons réunie sur d'autres gisements par la seule étude stratigraphique des dépôts. Ces données ne pouvaient en effet présenter une précision suffisante pour notre propos, puisque seules les analyses de laboratoire peuvent rendre compte de tous les évènements climatiques mineurs dont la détection est, en fait, l'objet de nos recherches.

Dans la première partie de notre mémoire, nous brosserons d'abord une rapide esquisse géologique de notre terrain de recherches. Une plus large part sera ensuite consacrée à un examen détaillé des différents facteurs qui sont intervenus dans la formation et dans le remplissage des grottes et des abris sous roche.

Dans une deuxième partie, nous exposerons, gisement par gisement, les résultats de nos analyses.

Une troisième partie regroupera les conclusions d'ordre chronologique et climatique auxquelles nous sommes parvenu. Nous y retracerons l'histoire climatique de la période paléolithique en Périgord, puis nous traiterons des différents problèmes d'ordre archéologique que nos recherches nous ont permis d'aborder.

° ° °

P R E M I E R E P A R T I E

DONNEES GENERALES

C H A P I T R E I

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ESQUISSE GEOLOGIQUE* (Pl. 1).

Unité administrative conservée depuis l'époque gauloise par l'organisation provinciale puis départementale, le Périgord s'inscrit grosso modo dans les limites du département de la Dordogne.

Il regroupe en réalité plusieurs régions naturelles.

Le Périgord vert : au Nord et à l'Est correspond au rebord méridional du Limousin. Il est séparé du Périgord calcaire par une ligne approximative passant par Nontron, Saint-Pardoux, Thiviers, Excideuil et est limité vers l'Est par les prolongements du Bassin de Brive. Il est essentiellement composé de terrains cristallins et forme une région vallonnée, entaillée de gorges pittoresques comme celles de l'Auvézère.

Le Causse Périgourdin débute vers Thiviers et se prolonge vers l'Est sur plus de 30 km entre Corgnac et Thenon et jusqu'au Change près de Périgueux. Les terrains jurassiques qui le composent affleurent en de vastes plateaux fissurés, secs et rocailleux qui, malgré la présence de quelques ilôts de sables et de graviers, évoquent un Causse véritable où abondent les vallées sèches et les dolines. Les vallées de l'Auvézère et de l'Isle y forment cependant de vastes trouées qui contrastent avec les plateaux arides.

---

* Pour la rédaction de ce chapitre, nous avons essentiellement consulté les travaux de J. DELFAUD (1970), P. FENELON (1951 et 1970), A. RECHINIAC (1964), M. SERONIE-VIVIEN (1970) et la documentation du B.R.G.M. (Rapport 71.SGN. 205 AQI).

Le Périgord blanc ou Ribéracois se développe sur les calcaires crayeux du Campanien, de part et d'autre de la vallée de la Dronne. Il s'individualise par un relief plus mou où culminent cependant les dômes anticlinaux de Mareuil et de la Tour Blanche.

Le Sarladais représente le Périgord par excellence ; c'est le Périgord noir. Les calcaires coniaciens qui y dominent opposent les collines et les corniches aux vallées encaissées bordées de falaises abruptes comme celles des Eyzies et de Beynac. L'érosion qui caractérise cette région y a déterminé une karstification très avancée et n'a laissé subsisté que des buttes de coniacien, les "pechs", entourés de plaines et de plateaux sableux dus à la décomposition des calcaires détritiques.

Les Pays de Belvès et de Saint-Alvère au Sud sont séparés du Sarladais par le Causse de Daglan ; ils se singularisent par un développement plus considérable de la couverture tertiaire du Sidérolithique. Les calcaires maestrichtiens, fortement karstifiés, surplombent les assises de calcaire crayeux du Campanien tout au long des méandres de la Dordogne et plus particulièrement dans les cingles de Limeuil et de Trémolat.

Le Périgord Central est une zone de transition entre le Périgord noir et le Périgord blanc où se trouvent associés les corniches et les escarpements rocheux du Sarladais et les molles ondulations du Ribéracois.

La Double et le Landais, essentiellement constitués par un épais recouvrement de Sidérolithique et de sables du Périgord, forment un pays mollement valonné où les sommets peu élevés se raccordent de façon progressive aux larges plaines alluviales de l'Isle et de la Dordogne.

Le Bergeracois se rattache à l'Entre-deux-Mers. Les calcaires lacustres tertiaires de Montbazillac, de Saint-Cernin et de Castillon y dessinent des entablements et des buttes témoins qui s'opposent aux molles ondulations des coteaux de molasse.

Pourtant, si l'on fait exception des massifs anciens qui se développent au Nord de la ligne de cassures qui s'étend de la Charente au Lot en passant par Nontron, Thiviers, Hautefort et Terrasson, des formations tertiaires du Bergeracois ainsi que celles de la Double et du Landais, la région qui nous intéresse ici correspond essentiellement à l'aire de répartition des terrains jurassiques et crétacés.

Leurs différents étages, en retrait les uns sur les autres du Nord-Est au Sud-Ouest, déterminent un territoire de 50 km de large sur 100 km de long.

Indépendamment du Trias qui n'occupe qu'une surface restreinte aux environs de Hautefort, les affleurements du Jurassique se répartissent en une longue bande d'inégale largeur qui se développe au Nord-Ouest de Nontron jusqu'aux plateaux du Causse de Martel aux environs de Payrignac.

Très peu étendus au Nord, ils s'étalent plus largement à l'Est et au Nord-Est et se rétrécissent de nouveau au Sud de Terrasson. Ils apparaissent encore dans le Sarladais à la faveur de l'anticlinal faillé de Saint-Cyprien ainsi que dans les boutonnières anticlinales de Mareuil et de la Tour Blanche, en Périgord blanc.

- Le Lias affleure en une bande parallèle au Massif Central, de Teyjat à Excideuil et au Sud du Bassin de Brive-Hautefort. Il se compose schématiquement à la base de calcaires et de dolomies (Hettangien, Sinémurien) et au sommet de marnes et d'argiles (Charmoutien, Toarcien, Aalénien inférieur).

- Le Jurassique moyen, peu étendu entre Nontron et Thiviers, se développe entre Excideuil et Savignac-les-Eglises dans les vallées de l'Isle et de l'Auvézère et butte souvent par failles sur les terrains cristallins ou le Lias (Nontron, Saint-Pardoux, Chavagnac). Essentiellement carbonaté, il se répartit schématiquement en deux provinces correspondant à deux domaines sédimentaires différents : l'un au Nord, de la Charente à Saint-Jean-de-Colle, où dominent les calcaires oolithiques et dolomitiques, l'autre de part et d'autre du bassin de Brive où s'opposent le Bajocien oolithique et le Bathonien lithographique et marneux

- Différents étages du Jurassique supérieur affleurent au Sud et à l'Ouest du bassin de Brive alors qu'à l'Ouest de Périgueux les séries terminales du Jurassique apparaissent sous le Crétacé à la faveur des dômes de Mareuil et de la Tour Blanche, et qu'au Sud, sur l'axe anticlinal de Saint-Cyprien, les affleurements jurassiques se rattachent au Quercy. Deux provinces sédimentaires s'opposent, l'une à l'Ouest vers les Charentes, à dépôt assez profond, l'autre dans la plus grande partie du Périgord, où la présence de calcaires à Lamellibranches témoigne d'un milieu moins profond.

Il se présente le plus souvent sous forme de bancs épais (Callovo-Oxfordien) et massifs (calcaires oolithiques et à Polypiers de l'Argovo-Rauracien, base du Kimmeridgien) où s'intercalent des formations moins épaisses (calcaires à grains fins du Séquanien, marnes feuilletées du sommet du Kimmeridgien, sommet du Portlandien).

Dès la fin du Jurassique la mer se retire par suite de mouvements ascendants du socle dus à la phase tectonique dite "antecénomanienne".

Les structures ainsi crées sont attaquées par l'érosion continentale qui va intervenir pendant toute la période d'émersion locale correspondant au Crétacé inférieur et moyen ; elle se traduit par des phénomènes d'altération et de dissolution des calcaires et par l'amorce d'une karstification qui ira en s'accentuant au cours du Tertiaire.

C'est donc sur un relief jurassique aplani que la transgression du Crétacé supérieur va se réaliser.

Les terrains du Crétacé supérieur couvrent près de la moitié du Périgord. Ils affleurent largement au centre de la région en une bande sub-parallèle aux terrains jurassiques, de part et d'autre d'une ligne passant par Angoulême, Périgueux, Sarlat et Gourdon. Les premières assises cénomaniennes se trouvent en discordance sur les formations jurassiques alors que les dépôts du Maestrichtien affleurent dans la région de Bergerac et de Mussidan ou sont masqués par des épandages détritiques du Tertiaire dans le Sud-Ouest du Périgord.

Les dépôts d'âge crétacé peuvent être schématiquement regroupés en cinq grands ensembles.

- On rapporte au Cénomanien dans le Sarladais, des schistes bitumineux surmontés de calcaires grossiers et au Nord et à l'Ouest de Périgueux, des argiles, des grès verts et des marnes surmontées de calcaires détritiques.

- Les dépôts turonniens sont constitués dans le Sarladais de calcaires subcristallins et de grès calcaires et passant dans le Périgord Blanc et Central à des formations de calcaires à Rudistes et de calcaires oolithiques.

- Le Coniacien comprend à la base des grès et des sables glauconieux, de la Charente à la Dronne, des calcaires bioclastiques gréseux à gravelles dans le Ribéracois et dans le Sarladais, des marnes glauconieuses. On range dans le Coniacien supérieur, plus homogène, des calcaires bioclastiques et gréseux qui, dans le Sarladais, constituent les falaises qui bordent la Vézère.

- Le Santonien et le Campanien comportent, le premier des calcaires à ciment microcristallin (Nord-Ouest du Périgord) et glauconieux (Est et Sud du Périgord), l'autre des calcaires crayeux, parfois schistoïdes, entrecoupés de lits de silex blonds ou noirs.

- Le Maestrichtien se répartit classiquement en deux faciès, l'un blanc, au Nord-Ouest d'une ligne approximative Vergt - Mouleydier, l'autre jaune au Sud-Ouest.

Au domaine Nord appartiennent des calcaires argileux à silex que l'on pourrait rattacher pro-parte au Santonien, surmontés de calcaires bioclastiques à ciment microcristallin ; au domaine Sud correspondent des calcaires bioclastiques à gravelles surmontés de calcaires bioclastiques sableux et ferrugineux.

Après le retrait des mers crétacées vers l'Ouest, le Périgord va rester soumis à un régime continental pendant tout le Tertiaire. A la fin du Crétacé et avant le dépôt des premiers sédiments attribuables au Tertiaire, une altération vigoureuse attaque les calcaires crétacés sur lesquels se produit un premier épandage de sédiments issus du Massif Central : le Sidérolithique, composé de sables et de graviers siliceux versicolores et d'argiles à dominante kaolinique. A l'intérieur des calcaires se creusent alors des cavités qui forment un système karstique qui évoluera tout au long du Tertiaire et du Quaternaire par approfondissements successifs.

Au début de l'Eocène moyen, se manifeste la phase paroximale de l'orogénèse pyrénéenne qui par contre coup, affecte le Limousin et ses bordures. Un nouvel arrivage sédimentaire issu du Plateau Central, les "Sables du Périgord", composés de sables, de graviers et d'argiles versicolores et caractérisés par un stock minéralogique plus "frais", se mêle localement au Sidérolithique ou fossilise celui-ci.

Une intense reprise d'érosion entraîne un changement du niveau de base des cours d'eau et engendre un nouveau modelage karstique, alors que des apports du type "Sables du Périgord" semblent se poursuivre au moins jusqu'à l'Oligocène.

De ce rapide examen, il apparaît donc que les grands traits morphologiques du Périgord sont fixés dès la fin du Tertiaire. Ils traduisent avant tout l'oeuvre d'une érosion cyclique qui a affecté tout à tour les assises cristallines, les assises jurassiques et celles du Crétacé supérieur, puis les différentes formations continentales du Tertiaire au fur et à mesure de leur élaboration ; "Oeuvre d'une érosion cyclique usant en fonction de niveaux de base plus ou moins éloignés et dont l'altitude s'est modifiée dans le temps , les aspérités de l'écorse terrestre" Cependant, "par ses détails variés, par ses escarpements et ses corniches, par ses plateaux et par ses tertres, par ses vallées sinueuses ou rectilignes, amples ou étroites, le relief du Périgord (...) apparaît comme le reflet de la résistance à l'érosion des roches qui le composent (...)" (FENELON P., 1951, p. 28).

La texture des calcaires jurassiques permet en effet de différencier en Périgord, deux catégories de roches.

- Les roches compactes, dans lesquelles se rangent les calcaires oolithiques du Bajocien, les calcaires lithographiques et les calcaires oolithiques du Bathonien, les calcaires à grains fins, en bancs massifs du Callovo-Oxfordien, les calcaires sublithographiques, oolithiques ou en bancs massifs à Polypiers de l'Argovo-Rauracien et les calcaires compacts du Portlandien supérieur.

Les roches peu cohérentes que sont les marnes et les calcaires marneux du Charmouthien, les marnes schisteuses du Toarcien, les marnes feuilletées du Portlandien supérieur, qui perdent leur cohésion sous l'effet de la dissolution et du gel et qui imposent au paysage un relief plus mou.

La même distinction peut être établie dans les dépôts d'âge crétacé que l'on peut également classer en deux catégories de roches, les unes dures et compactes, les autres tendres et friables.

- A la première catégorie appartiennent les calcaires subcristallins à bancs de Rudistes de l'Angoumien inférieur, les grès calcaires ferrugineux de l'Angoumien supérieur, les calcaires à gravelles et les calcaires bioclastiques et gréseux du Coniacien supérieur, les calcaires bioclastiques du Maestrichtien.

- Dans la seconde catégorie se rangent les marnes et les calcaires sableux du Cénomanien, les calcaires schistoïdes de la base du Ligérien, les calcaires à grains fins et les marnes de l'Angoumien, les sables et les marnes glauconieuses du Coniacien inférieur, l'ensemble du Santonien, ainsi que les calcaires crayeux du Campanien et les calcaires argileux de la base du Maestrichtien.

C'est donc sur des roches de texture et de structure variées que les processus d'érosion périglaciaire vont intervenir tout au long du Quaternaire.

Suivant un dessin probablement ébauché dès le Mio-Pliocène, les cours d'eau vont creuser lentement leurs vallées. Par encaissements successifs et selon la résistance à l'érosion des formations qu'ils traversent, les cours d'eau mettent en place un système de terrasses étagées ou bien s'encastrent dans des falaises verticales recoupant d'anciens couloirs souterrains.

Roches compactes et résistantes, peu cohérentes et friables s'opposent ou se combinent alors pour déterminer ces témoins d'érosion superficielle et souterraine que sont les abris sous roche et les grottes.

*

* *

C H A P I T R E II

LES ABRIS SOUS ROCHES ET LES GROTTES - FORMATION ET REMPLISSAGE

I - LES ABRIS SOUS ROCHE.

A - Caractéristiques générales - Formation - Evolution.

Un abri sous roche se caractérise d'une façon générale par une cavité plus ou moins développée mais peu profonde, surmontée par une avancée convexe et un surplomb vertical correspondant à son toit. Une telle cavité, lorsqu'elle a été libérée de son remplissage par érosion ou si celui-ci a été évacué par des travaux de fouilles, apparaît limitée vers le fond par une paroi concave et vers le bas par une surface d'érosion inclinée, interrompue de ressauts et de gradins.

Dans les abris de Laugerie, de la Ferrassie, de la Faurélie, de la Madeleine, du Flageolet, la concavité coïncide avec un niveau médiocrement perméable où la présence de petites sources et le suintement pérenne ou saisonnier de la paroi assurent une imbibition de la roche calcaire à ce niveau. Cette zone plus humide, soulignée par une végétation d'algues et de mousses, présente une surface irrégulière hérissée de saillies et de rentrants correspondant à d'anciennes traces de gélivation.

Cette humidification de la paroi est l'une des caractéristiques des abris sous roche en Périgord.

Un exemple très significatif peut être décrit dans les falaises calcaires qui bordent la vallée de la Vézère entre le hameau de Petit Marzac et l'abri classique de la Madeleine (Pl. 2 , photo n° 1). La falaise, forte d'une quarantaine de mètres, se divise en deux abrupts rocheux : la partie supérieure, légèrement en retrait, est séparée de l'abrupt sous-jacent par une terrasse rocheuse au niveau de laquelle s'ouvre une première ligne d'abris auxquels s'adosse le château de la Madeleine. L'abrupt rocheux inférieur est parcouru par une série de rainures et d'encorbellements parallèles que l'on peut suivre sur quelques centaines de mètres jusqu'au grand abri de la Madeleine. Immédiatement à l'aplomb de Petit Marzac, dans une zone où la Vézère se trouve éloignée d'une centaine de mètres, deux cannelures apparaissent au front de l'abrupt rocheux le plus bas.

La concavité supérieure, plus nettement marquée, est surmontée par une avancée convexe qui en forme le toit. A la partie supérieure de la concavité s'alignent de petits orifices de un à deux centimètres de diamètre, par lesquels s'écoulent, après de fortes pluies, de minces filets d'eau qui entretiennent l'humidification permanente de la paroi : une végétation d'algues, de mousses et de fougères ainsi qu'une patine noirâtre de la roche soulignent les zones plus humides. Ces orifices se ramifient en un réseau de petites cavités qui se développe à l'intérieur de la roche calcaire (Pl. 2, photo n°2).

Cette particularité a d'ailleurs donné lieu à une théorie originale sur la formation des abris sous roche du Périgord. Rangeant cette forme d'érosion dans la catégorie des phénomènes karstiques, P. FENELON remarque que l' "on peut presque toujours observer vers le bas (des abris), en un point où le calcaire devient plus marneux, des filets d'eau parfois chargés de fines particules de roche quand la saison a été fort humide. Il se produit ainsi un soutirage qui prive peu à peu la partie supérieure de son support et il s'ensuit un effondrement selon les plans de diaclases verticales". Ainsi s'expliqueraient les falaises de Domme et des Eyzies. L'éclatement "de quelques esquilles de roche en place" et "l'action des lichens, des mousses et des diverses plantes qui attaquent la roche de leurs acides radiculaires" ajouteraient leurs effets destructeurs à ce phénomène de corrosion (FENELON P., 1968).

Ces différentes caractéristiques correspondent en fait au schéma classique de l'abri sous roche : ici comme dans la plupart des abris, l'humidification de la falaise calcaire par écoulement d'une nappe phréatique a entraîné la gélivation préférentielle de la roche calcaire à ce niveau. Cette dernière remarque est d'ailleurs vérifiable en d'autres points du Périgord.

En certains endroits privilégiés, généralement très humides et non ensoleillés, des zones plus claires tranchant nettement sur la patine noirâtre de la roche, indiquent le décollement récent de plaquettes calcaires. De telles formes sont très nettement visibles dans les abris qui prolongent le Musée de Spéléologie entre Laugerie et les Eyzies. Dans les falaises du Ruth, près du Moustier, les parois de l'abri portent encore l'empreinte des derniers hivers : la paroi boursouflée par le gel libère peu à peu de larges écailles de roche calcaire (Pl. 3, photo n° 1). A la Faurélie, on peut suivre chaque été l'épaissement des dépôts accumulés au pied de la paroi depuis la dernière campagne de fouille. Ailleurs la gélivation est de nos jours encore suffisamment active pour modeler la roche en de véritables abris : en amont de Sourzac, l'abrupt de calcaire maestrichtien qu'a recoupé l'élargissement de la route Bordeaux - Périgueux se creuse en une cavité où s'accumulent chaque hiver les produits de gélivation (Pl. 3, photo n° 2).

Ces quelques considérations nous conduisent donc à attribuer un rôle prépondérant à la gélivation des roches calcaires dans la formation des abris sous roche. C'est d'ailleurs là une interprétation sur laquelle s'accordent la plupart des auteurs (BORDES F., 1963, 1972 ; DERUEAU M., 1962 ; GUILLIEN Y., 1962 ; HAMELIN L.E. et COOK F.A., 1967 ; TRICART J., 1967).

Selon F.BORDES (1963), il s'agirait d'un phénomène de gélivation différentielle intervenant à la faveur de la superposition d'assises calcaires de texture différente. Au contact d'un banc de calcaire compact et d'un banc de calcaire marneux, ce dernier, plus gélif, s'excave plus rapidement : il s'amorce ainsi une cavité qui en rejoint d'autres situées au même niveau. Il se forme ainsi une rainure surmontée par l'encorbellement constitué par l'assise calcaire plus compacte et plus résistante. Les débris de gélivation tombant sur le plancher exhausse celui-ci à mesure que le plafond se délite et se déplace vers le haut et en arrière. Au bout d'un certain temps, la voûte insuffisamment soutenue ou de portée trop grande pour la résistance de la roche, s'effondre. Le mécanisme d'approfondissement et de recul de l'abri se poursuit de la même façon jusqu'à ce que le plafond ayant rejoint le sommet de l'abrupt rocheux, celui-ci ait atteint son profil d'équilibre.

Nous verrons que cette interprétation, juste dans sa portée générale, mérite cependant d'être nuancée, le phénomène de gélivation différencielle invoqué pouvant intervenir en milieu lithologique homogène, au fur et à mesure de l'évolution de l'abri.

L'amorce des abris sous roche a donné lieu à différentes interprétations faisant intervenir l'érosion fluviatile, le ruissellement et l'intersection d'anciens couloirs souterrains (GUILLIEN Y., 1947, p.348).

- Si l'on en croit M. BOURGON (1937), "les abris sous roche les balcons et les cannelures au front des falaises sont dus à des arrêts successifs, à divers niveaux, du lit de la rivière au cours de son enfoncement dans le plateau". Ces formes d'érosion se trouveraient aux mêmes altitudes que les terrasses alluviales des versants et devraient donc leur être assimilées. Cette interprétation serait confirmée par le fait qu'en différents points des falaises calcaires qui bordent la Vézère et la Dordogne, il existe des abris en formation au niveau du lit actuel de la rivière.

Si la découpe des abrupts rocheux qui bordent les cours d'eau du Périgord, la morphologie de la plupart des abris sous roche que nous avons visités et surtout la nature des dépôts accumulés à leur pied nous conduisent à minimiser d'emblée le rôle de l'érosion fluviatile dans leur modelé, il n'en demeure pas moins que cet agent morphologique a pu intervenir à certaines époques et en certaines zones privilégiées dans l'amorce de ces cavités.

L'exemple nous en est également donné dans les falaises calcaires de la Madeleine. A mi-chemin environ entre Petit-Marzac et l'abri classique, le méandre de la rivière, plus accusé, se rapproche considérablement de la falaise calcaire ; à cet endroit, la ligne d'abris la plus basse se trouve au niveau de la terrasse inondable, soit à deux mètres environ au-dessus de l'étiage : le sol y est d'ailleurs composé de limons micacés déposés lors des dernières crues.

Il s'agit d'une rainure de trois à quatre mètres de profondeur, dont le toit surbaissé forme une avancée régulière à un mètre environ au-dessus de la surface de la terrasse (Pl. 4, photo n° 1). Contrairement à ce que l'on constate ailleurs, le toit se trouve donc horizontal et aucune trace de gélivation n'y est décelable. La paroi par contre, parfaitement concave, montre une surface irrégulière au niveau de laquelle apparaissent quelques cicatrices récentes d'arrachement. L'humidification de la paroi est assurée ici par capillarité, à partir de la terrasse inondable.

Légèrement en amont, le toit de l'abri s'efface brusquement et n'est plus marqué que par un faible bourrelet ; il est surmonté par une nouvelle concavité bien plus développée qui correspond en fait à la concavité que nous avons décrite précédemment. Elle est limitée vers le haut par une avancée légèrement oblique à la base de laquelle apparaissent des stalactites qui se placent au débouché des petites galeries dont nous avons signalé la présence au même niveau, recoupées ici tangentiellement par l'évolution de l'abri (Pl. 4, photo n° 2). Nous avons donc là l'exemple incontestable d'une forme d'érosion fluviatile ayant évolué par gélivation en un abri sous roche véritable.

De tels exemples sont fréquents en Périgord ; ils se manifestent chaque fois qu'un déplacement du méandre rapproche la rivière de son versant.

- La plupart des abris sur lesquels ont porté nos recherches se situent au débouché d'anciens couloirs souterrains.

A Combe-Grenal, l'abri se prolonge par une petite grotte sans importance. Au Roc de Combe, les parois de l'abri se rétrécissent en un étroit couloir. A Caminade une fissure verticale divise le gisement en deux loci. Au Piage, à Combe-Cullier, l'abri est surmonté par une grotte de plus vaste dimension. A Tourtoirac, tous les abris que nous avons explorés communiquent par d'étroits boyaux. Au Flageolet II, le revêtement du plancher de l'abri par une mince couche argileuse et l'abaissement du toit préfigurent le débouché d'une galerie ; une grotte en puit domine le gisement. Au Facteur, une fissure verticale couverte de draperies de stalactites interrompt le plafond de l'abri. Les abris du Pech-de-l'Azé I et II correspondent aux deux ouvertures d'un même conduit.

Il est donc vraisemblable que si l'érosion fluviatile n'est pas dans tous les cas directement responsable de l'amorce des abris sous roche, l'abaissement du niveau de base des cours d'eau pendant le Pléistocène a recoupé de vieux réseaux karstiques dont bien des incisions et les grottes égueulées qui s'ouvrent au front des falaises calcaires sont les anciens témoignages.

La preuve la plus démonstrative nous en est donnée dans les falaises du Ruth qui se développent en rive droite de la Vézère, non loin des abris classiques du Moustier.

La falaise, haute d'une quarantaine de mètres, est interrompue à mi-hauteur par une profonde incision qui forme corniche au-dessus de la Vézère. Un relief ruiniforme de tours et de chicots, légèrement en retrait par rapport à l'abrupt vertical qui domine la rivière, précède un élargissement de la corniche. A cet endroit, la rainure s'organise en un abri sous roche véritable (Pl. 5, photo n° 1). Le toit, légèrement incliné, s'évase brusquement en une série de puits verticaux présentant toutes les caractéristiques que donnent les

spéléomorphologues de ces formes d'érosion (cf. RENAULT Ph., 1970, p. 71). Ces puits, parfaitements cylindriques, atteignent pour la plupart quatre à six mètres de diamètre et débouchent vingt mètres plus haut sur les plateaux du Ruth (Pl. 6, photo n° 1). Plus loin, le toit s'efface à l'applomb d'une gouttière hemicylindrique dont la morphologie la rapproche incontestablement des puits précédemment cités (Pl. 6, photo n° 2).

Nous avons donc affaire là à des formes spéléologiques typiques où se trouvent associés galeries horizontales et puits verticaux : l'une et l'autre de ces formes d'érosion ont été recoupées lors de l'enfoncement du réseau hydrographique aux différentes époques du Quaternaire ; les galeries horizontales ainsi mises au jour ont ensuite évolué en abris sous roche par le jeu de l'érosion périglaciaire.

Le recul des abris sous roche, l'exhaussement de leur plancher et l'élévation parallèle de leur plafond sont des phénomènes qui ont souvent été décrits. Ils posent un problème qui ne peut être résolu qu'en accordant au remplissage un rôle prépondérant dans l'humidification de la paroi calcaire, et par suite dans la gélivation de la même paroi. Anticipant quelque peu sur les chapitres qui suivent, supposons une cavité amorcée à la faveur d'un quelconque accident de la roche calcaire au contact de deux assises rocheuses de texture différente.

Lors de conditions climatiques modérément froides et humides, caractérisées par un rythme de gel diurne ou saisonnier et correspondans à l'établissement progressif d'un régime interstadiaire, la cavité s'approfondit par gélivation au niveau le plus fragile et le plus humide de la paroi : un remplissage s'édifie, composé de débris de faible diamètre auxquels s'ajoutent des produits plus fins entraînés dans l'abri par ruissellement ou par solifluxion. La présence de cette matrice sablo-argileuse assurantl'humidification du dépôt par rétention favorise la gélivation secondaire des éboulis calcaires au fur et à mesure de leur élaboration. Le climat devenant de plus en

plus doux, la dégradation cryoclastique de la paroi cesse ; des phénomènes d'altération interviennent alors qui amenuisent encore les éléments du remplissage. Ainsi s'établit peu à peu une couche médiocrement perméable qui maintient l'humidification de la paroi par capillarité.

A l'optimum climatique de l'interstade va succéder un climat identique à celui qui l'a précédé : les alternances répétées de gel et de dégel favorisent une nouvelle dégradation de la paroi, dégradation qui va intervenir au niveau le plus humide, c'est à dire au contact immédiat du remplissage. Il y a donc élévation de la ligne de gélivation et par voie de conséquence, élévation du plafond et exhaussement du plancher de l'abri ; la ligne de gélivation préférentielle dépendra alors beaucoup moins de la texture de la roche, et sera surtout liée à l'humidification de la paroi au fur et à mesure de la surélévation du remplissage.

Les conditions climatiques s'aggravant peu à peu, un nouveau cycle de gel s'instaure, entrainant la gélivation de l'abrupt rocheux en larges fragments : il y a sédimentation simultanée de ces éboulis, sédimentation qui conduira à une protection d'autant plus rapide et efficace qu'elle sera alimentée par un gel plus intense ; la gélivation secondaire des éboulis sera nécessairement limitée par suite de l'évacuation immédiate des eaux de fonte entre les vides interstitiels, celle de la paroi sera amoindrie du fait que l'ascension par capillarité des eaux pouvant imprégner les couches profondes du remplissage sera génée par la présence de ces vides intersticiels trop importants.

La gélivation de la paroi ne redeviendra active et l'approfondissement de l'abri ne se réalisera que lorsque l'élaboration de dépôts de plus faible diamètre donc moins perméables favorisera l'humidification des parois de la cavité.

Ainsi peuvent s'expliquer les ressauts et les gradins du plancher des abris ; ils coïncident, chronologiquement parlant, avec la reprise d'érosion qui succède à une phase d'altération : à Caminade, l'élargissement de l'abri s'est réalisé au début du Paléolithique supérieur et a immédiatement suivi l'optimum climatique de l'interstade Würm II - Würm III ; à Combe-Grenal, l'abri a évolué en trois étapes : la première correspond au Riss III, la deuxième au Würm I,

B - Le remplissage des abris sous roche

Les dépôts accumulés à l'intérieur de l'abri et à l'aplomb de l'abrupt rocheux qui le surmonte constituent le remplissage.

A l'intérieur de l'abri et aux environs immédiats de l'aplomb de son toit, ces dépôts se présentent généralement sous la forme d'un méplat et s'organisent ensuite en un talus incliné dont l'ampleur paraît être liée aux dimensions de l'abri, à son degré d'évolution et à l'épaisseur de l'abrupt rocheux qui le surmonte.

Une coupe stratigraphique perpendiculaire au front de l'abri montre la superposition de formations variées, en retrait les unes sur les autres et dont l'horizontalité les différencie nettement des talus d'éboulis proprement dit.

Les variations de nature, de texture, de structure et d'organisation qui caractérisent ces différentes formations traduisent le résultat de deux étapes fondamentales qui sont tour à tour intervenues dans l'édification du remplissage :

- la sédimentation qui, outre la gélivation dont le rôle demeure prépondérant a mis en oeuvre d'autres agents d'accumulation tels que le ruissellement, la solifluxion, l'Homme.

- les modifications physiques et diagénétiques dont ont fait l'objet les dépôts au fur et à mesure de leur élaboration ou postérieurement à leur mise en place et dans lesquelles interviennent la gélivation secondaire, la cryoturbation, les ravinements, l'altération chimique, ainsi que la présence humaine.

Aussi, avant d'aborder l'exposé des méthodes d'analyses que nous avons utilisées dans l'étude du remplissage des abris, traiterons-nous brièvement des différents facteurs susceptibles d'être intervenus dans l'élaboration des dépôts et dans leur évolution. La revue critique de ces différents facteurs a conditionné le choix de nos méthodes d'analyses ainsi que l'interprétation que nous avons donnée des résultats.

1°- La mise en place des dépôts

a) La gélivation

La théorie de la gélivation part de ce fait d'observation courante qu'une masse d'eau tend à augmenter de volume en passant à l'état de glace ; le passage à l'état de glace de l'eau emplissant complètement les cavités contenues à l'intérieur d'une roche entraîne sa fragmentation. Selon J. MALAURIE (1968) la dilatation de l'eau occluse peut produire, en cas de gel, des forces de pression pouvant atteindre plusieurs centaines de kilogrammes par centimètre carré.

On conçoit donc que parmi les manifestations du domaine périglaciaire, la gélivation soit considérée comme l'un des phénomènes naturels les plus efficaces et qu'elle soit responsable, plus que tout autre phénomène, de la formation des abris sous roche et de l'évolution des entrées de grottes et, par voie de conséquence, de leur remplissage.

La revue critique de résultats de gélifraction artificielle réalisée par divers chercheurs ainsi que de nombreuses observations sur le terrain nous ont conduit à retenir un certain nombre de données concordantes que nous avons jugées de portée suffisamment générale pour être transposées au domaine qui nous intéresse.

Influence de l'humidité

Tous les auteurs s'accordent à admettre que le rôle de l'alimentation en eau est prédominant dans la fragmentation des roches calcaires.

Entre autres expériences, celles de J. TRICART (1953) et celles de Y. GUILLIEN et J.P. LAUTRIDOU (1970) ont montré que des fragments d'une même roche, soumis aux mêmes variations de température et à des alternances gel-dégel de même intensité, de même période et de même amplitude ont réagi différemment suivant le mode d'alimentation en eau des échantillons.

Les essais au gel de cubes de roches calcaires réalisés au Centre de Géomorphologie du C.N.R.S. de Caen ont plus particulièrement démontré que pour un rythme de gel particulier, en l'occurence quotidien, et de même amplitude thermique (-5° C + 15° C) l'immersion totale de l'échantillon ou son immersion partielle conditionnait la vitesse de fragmentation de la roche (GUILLIEN Y. et LAUTRIDOU J.P., op.cit.).

Le rôle du climat

Outre l'humidité dont nous venons de voir qu'elle jouait un rôle déterminant dans le processus de gélivation, le rythme, l'intensité et la durée du gel sont autant de facteurs dont les vicissitudes définissent des climats de type différent et qui conditionnent les modalités de la gélivation, donc l'élaboration des dépôts qui en résultent.

D'une manière générale, les expériences de J. TRICART (1965) et celles de J. MALAURIE (1968) ont établi que sous des climats différents, la même roche peut donner des produits de fragmentation variés. C'est ainsi que lors d'expériences avec gel modéré, le matériel diffère sensiblement de celui que fournissent les expériences avec gel fort. Dans le premier cas il y a surtout libération de produits fins, dans le second, il y a prédominance de produits grossiers.

Le rôle respectif de la macrogélivation et de la microgélivation est d'autre part fonction du climat. La macrogélivation ne peut se manifester que lorsque le gel peut pénétrer assez profondément pour porter à l'état de glace l'eau contenue dans les joints de stratifications et les diaclases. La microgélivation au contraire peut intervenir dès que se manifeste une alternance gel - dégel fréquente, peu intense, répétée et régulière.

Différentes observations ont conduit J. TRICART à distinguer deux types majeurs de variations climatiques :

- Le cycle quotidien : les alternances de gel-dégel sont très fréquentes,le gel ne pénètre pas très profondément.

La roche constamment imbibée, est soumise à un gel peu intense mais très fréquent et régulier, à un dégel intégral. "Ces conditions sont très favorables au développement des processus qui n'exigent pas un gel intense et prolongé : éclatement superficiel des roches par gélivation qui ne donne pas de très gros débris (...). Cette condition libère des esquilles, des granules, du limon. Seule peut agir la microgélivation" (TRICART J., 1967, p. 257).

- Le cycle annuel : Le nombre d'oscillations gel-dégel étant inversement proportionnel à l'amplitude annuelle, les roches sont soumises à un gel plus ou moins intense, mais toujours prolongé et pouvant exploiter les diaclases de la roche par macrogélivation. La réduction du nombre de cycles annuels entraîne une diminution de l'abondance relative des produits fins par microgélivation.

Influence de la lithologie

Les expériences réalisées au Centre de Géomorphologie du C.N.R.S. de Caen ont montré que dans des conditions d'expériences identiques (mêmes conditions d'humidification, même rythme de gel et même amplitude thermique), des roches de texture différente ne réagissent pas de la même façon, chaque catégorie de roche fournissant, après un même nombre de cycles, des débris de granulométrie différente. Chaque type de roche correspond en fait à un certain nombre de caractéristiques dont la porosité, qui conditionne la capacité d'imbibition du matériau, donc son degré d'humidification et finalement sa sensibilité au gel.

De ces différentes considérations, il ressort donc que la gélivation est un phénomène complexe régi par plusieurs facteurs essentiels :

- l'humidité de la roche,
- la fréquence des alternances gel-dégel,
- l'intensité du gel,
- la durée du gel,
- la texture et la structure de la roche.

Les différences texturales qui caractérisent une séquence stratigraphique sont directement liées à l'intensité et aux modalités d'intervention des phénomènes de gélivation qui ont participé à l'élaboration de l'édifice détritique , lors de deux étapes fondamentales : démantèlement des parois, puis fragmentation secondaire des éboulis.

Les différentes composantes des climats périglaciaires sont en effet autant de variables dont le jeu combiné conditionnera d'abord la gélivation d'une masse rocheuse dont le volume disponible à la gélifraction peut être considéré comme constant (en l'occurence, les parois et le toit de l'abri) ; il s'agit là d'un processus d'ablation qu'à la suite de L.E. HAMELIN et F.A. COOK (1967), nous appellerons "gélivation initiale". Nous lui opposerons la "gélifraction de reprise" qui, nous le verrons, tend à modifier les caractéristiques granulométriques et morphologiques des produits de la gélivation initiale, au fur et à mesure de leur élaboration ou postérieurement à leur dépôt.

b) La solifluxion

Nous rappellerons ici que le processus de solifluxion consiste en un lent déplacement, sur des pentes de faible inclinaison, de matériaux saturés, et comportant des éléments fins.

Il suppose un dégel superficiel du sol, une certaine élévation de la température saisonnière ou épisodique.

Considérée généralement comme une manifestation de climat très froid, la solifluxion nous est apparue comme avoir été particulièrement active lors des épisodes que nous conviendrons d'appeler, "épisodes d'instabilité climatique".

Nous n'avons jamais décelé ses effets dans des dépôts édifiés en période de froid intense ; ils semblent être intervenus à l'amorce ou au déclin des phases glaciaires. C'est là une interprétation a posteriori que l'ensemble des caractéristiques des dépôts que nous avons étudiés nous a conduit à retenir.

Nous verrons que la solifluxion s'est souvent manifestée dans le remplissage des abris, par la sédimentation de matériaux d'origine allochtone.

La mise en place de ces dépôts s'est accompagnée de caractéristiques granulométriques et morphologiques particulières du matériel sédimentaire.

c) Le ruissellement

D'une manière générale, le ruissellement n'est pas considéré comme un agent d'accumulation caractéristique des climats froids.

Paralysé sur les plateaux et les versants en période de gel, il demeure généralement insignifiant lors du dégel, les vides créés par l'augmentation de volume des roches meubles et consolidées pendant la période de gel mobilisant la plus grande partie des eaux de fonte et des eaux de pluies saisonnières.

C'est donc dire, et nos recherches l'ont confirmé, que la présence, dans un remplissage d'abri, de matériaux déposés par ruissellement peut être attribuée à une amélioration climatique.

Cette forme d'accumulation a pu intervenir de trois façons différentes.

- par le lessivage des dépôts en place et l'entrainement en profondeur des éléments les plus fins,

- par la sédimentation de matériaux issus des plateaux à la faveur d'une fissure ou d'une ébréchure dans le toit de l'abri. C'est le cas des produits arrachés aux placages de Sidérolithique qui couronnent les plateaux du Périgord, aux anciennes terrasses et aux résidus d'altération des affleurements rocheux,

- par la sédimentation de matériaux repris du remplissage d'anciens conduits karstiques en relation avec les abris sous roche.

Les manifestations de ruissellement seront décelables par analyses granulométriques, morphoscopiques et minéralogiques.

d) L'alluvionnement fluviatile

Il s'agit d'une forme de sédimentation que nous avons rencontrée dans les abris sous roche situés à basse altitude par rapport au niveau moyen des cours d'eau. Nous verrons que les produits mis en place peuvent appartenir à de véritables terrasses alluviales ou, à des dépôts d'inondations saisonnières.

e) L'Homme

L'occupation des abris sous roche par l'Homme est un agent d'accumulation que l'on ne saurait négliger.

Déchets de taille de silex et outils, déchets de cuisine, se sont accumulés quelques fois sur des épaisseurs considérables ; c'est le cas de certains niveaux d'habitat particulièrement dense dans lesquels les échantillons que nous avons prélevés pour analyse sédimentologique ont révélé plus de 80 % de matériel d'origine anthropique.

Il convient d'y ajouter les produits de l'aménagement ou de régularisation du sol d'habitat par les Paléolithiques (galets de rivières édifiés en foyers, galets et plaques calcaires disposés en dallages) ainsi que les apports accidentels.

Il va de soi que toute analyse sédimentologique de dépôts appartenant à des niveaux d'occupation suppose l'élimination préalable des produits accumulés par l'Homme. Nous verrons cependant que dans certains cas, (étude du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm) la présence en quantité souvent considérable, de petits éclats de silex ou d'esquilles d'os a interdit toute interprétation valable des résultats d'analyses.

2°- La modification des dépôts

Le second terme du processus qui va aboutir à l'édification du remplissage consiste en toutes les modifications physiques et diagénétiques dont font l'objet les différents types de dépôts que nous venons d'énumérer, au fur et à mesure de leur élaboration ou postérieurement à leur mise en place.

a - La gélivation de reprise.

La fragmentation secondaire des éboulis calcaires après leur mise en place répond théoriquement mieux que la gélivation initiale des abrupts rocheux aux lois fondamentales de la gélivation telles que les essais de cryoclastie expérimentale a permis de les mettre en évidence. Il serait donc tentant de transposer directement les résultats expérimentaux à l'interprétation de la gélivation secondaire des éboulis calcaires.

Pourtant dans la nature, plusieurs facteurs interviennent qui s'associent aux conditions climatiques extérieures pour régir la vitesse d'élaboration des débris leur répartition granulométrique, leur morphologie. (LAVILLE H., 1972 a).

La fragmentation secondaire des éboulis sera conditionnée par l'intensité des phénomènes de gélivation qui les aura produits, par leur propre volume, par le contexte auquel ils se trouvent associés.

Deux cas limites peuvent être envisagés.

- Considérons une période droide, caractérisée par un cycle de gel de type annuel, intense et prolongé. Le résultat sera une gélivation du toit de l'abri en larges fragments ; il y aura sédimentation concomitante de ces éboulis, sédimentation qui conduira à une protection d'autant plus rapide et efficace qu'elle sera alimentée par un gel plus intense. La gélivation secondaire des éboulis sera d'autre part limitée par une réduction de leur teneur en eau : par suite de l'évacuation immédiate des eaux de fonte entre les vides interstitiels, du fait que l'ascention par capillarité des eaux pouvant imprégner les couches profondes du remplissage sera génée par la présence de ces vides intersticiels.

- Considérons maintenant le cas d'une ablation peu importante, portant sur le même asurplomb rocheux, donc sur un matériau de même texture et de même structure que précédemment, ablation limitée par un gel modéré, de type journalier : il y aura libération de petits éléments et émiettement de la paroi rocheuse. La sédimentation étant peu active, les éboulis seront plus directement soumis aux agents extérieurs (en particulier le gel) ; ils se trouveront mêlés à une forte proportion de sables, de limons et d'argiles dont la présence contribuera à maintenir l'humidification des débris calcaires : autant de facteurs favorables à une nouvelle fragmentation cryoclastique, limitée certes, mais dont le résultat sera une nouvelle réduction granulométrique des débris. A cet égard, les expériences de gélifraction d'échantillons enterrés dans un loess humide, décrites par J. TRICART sont particulièrement démonstratives (TRICART J., 1967, p. 124).

L'examen morphologique des éboulis cryoclastiques confirme d'autre part cette interprétation.

Nous avons en effet distingué, parmi les cailloux calcaires, deux formes de fragmentation correspondant aux deux cas extrêmes que nous venons de décrire.

- Les cailloux gélivés, caractérisés par un éclatement total en deux ou trois larges fragments. Ces formes sont fréquentes parmi les éboulis de forte dimension ; elles sont plus rares dans les dépôts de granulométrie plus fine. Une telle fragmentation suppose un gel intense, fragmentation cependant rapidement freinée par les caractéristiques mêmes du gel qui l'a favorisée.

- Les cailloux fissurés, caractérisés par un réseau superficiel de fines craquelures. Nous avons identifié de telles formes dans des sédiments de granulométrie fine, à matrice sablo-argileuse abondante. L'ensemble des caractéristiques sédimentologiques des dépôts auxquels ces cailloux fissurés sont associés nous a conduit à les interpréter comme le produit de phénomènes de gel et de dégel de faible intensité et de faible amplitude, favorisés d'autre part par la présence d'une matrice fine abondante.

L'évaluation de la teneur des éboulis calcaires d'un remplissage en l'une et l'autre de ces catégories d'éléments, associée à des données granulométriques nous a permis, dans certains cas, d'apprécier l'intensité relative des phénomènes de gélivation.

b - La solifluxion et la cryoturbation.

Ainsi que nous l'avons souligné, la solifluxion a le plus souvent conduit, dans les abris sous roche, à la sédimentation de sédiments d'origine allochtone . Elle s'est aussi manifestée par le déplacement de dépôts accumulés antérieurement ; dans ce cas, elle s'est souvent assortie de mouvements de cryoturbation et il nous a été la plupart du temps impossible de différencier les deux phénomènes.

Quoi qu'il en soit, solifluxion et cryoturbation se sont manifestées par le remaniement, le déplacement ou même dans certains cas, par l'évacuation totale des dépôts.

Outre un agencement particulier des matériaux, décelable par la seule observation stratigraphique, les deux phénomènes sont identifiables en laboratoire par une distribution particulière du sédiment fin, ainsi que par un modelé, un arrondi, un poli caractéristiques des éboulis.

Dans le cas de remaniements de niveaux archéologiques, les deux phénomènes ont conduit au concassage du matériel lithique : les silex taillés, totalement défigurés, présentent le plus souvent une forme émoussée, à pseudo-retouches alternes épaisses

e - Les ravinements

Nous classerons dans cette rubrique, tous les phénomènes qui ont conduit à l'évacuation de tout ou partie d'un remplissage.

Le ravinement d'un dépôt peut avoir trois origines.

- Erosion par le jeu de phénomènes de solifluxion. C'est un aspect que nous avons déjà évoqué et auquel est attribuable l'absence des horizons superficiels de la plupart des paléosols que nous avons rencontrés.

- Erosion par l'entretien d'une circulation d'eau à l'aplomb d'une fissure. Ses effets sont limités.

- Erosion par l'arrivée d'une masse d'eau au débouché d'un conduit karstique en relation avec l'abri sous roche. Son action a été parfois considérable. Elle explique dans certains cas, d'énormes lacunes sédimentaires.

d - L'altération chimique

Elle est essentiellement liée à l'humidité et à la température.

En période froide, les phénomènes de dissolution sont théoriquement facilités par suite d'une plus grande solubilité du gaz carbonique dans l'eau froide.

En période chaude ou tempérée, l'effet conjugué de la chaleur et de l'humidité entraînant l'apparition d'une intense activité biologique, tant végétale que microbienne, ajoute à l'agressivité des eaux, favorisant ainsi de multiples réactions chimiques et conduisant à une véritable diagénèse des sédiments.

En Périgord, l'altération chimique des sédiments, telle que les méthodes d'analyses que nous avons utilisées nous ont permis de l'identifier , semble caractériser des périodes d'élévation thermique, celle-ci s'étant d'autre part toujours accompagnée d'une augmentation de l'humidité.

Rares sont en effet les cas où nous avons décelé des manifestations de dissolution sous climat rigoureux.

Qu'il s'agisse de modifications superficielles ou de l'élaboration de profils pédologiques complexes, la plupart des manifestations d'altération que nous avons identifiées coïncident avec des périodes de moindre gélivation voire même d'arrêt de sédimentation.

Selon l'intensité relative des deux principales composantes climatiques que sont l'humidité et la température, selon la durée de la période correspondante, nous avons rencontré, dans les dépôts que nous avons étudiés, tous les termes de passage entre les profils superficiels du type rendzine et ceux plus complexes du sol brun calcaire.

Sur matériau calcaire, l'effet le plus immédiatement perceptible de l'altération chimique est la dissolution des composantes carbonatées de la roche.

Ces phénomènes de dissolution que favorise l'augmentation de l'acidité des eaux en période chaude ou tempérée (par la présence d'acides humiques ou organiques) se manifestent par :

- la mise en solution des carbonates,
- la libération des éléments insolubles de la roche,
- la migration et surtout l'illuviation des produits en solution et du matériel colloïdal de la roche,
- la précipitation des carbonates.

Nous verrons que sur le plan analytique, plusieurs critères d'ordre granulométrique, morphologique et minéralogique permettent

e - La présence humaine

Outre un rôle dans la sédimentation, l'occupation des abris sous roche par l'Homme a eu de profondes répercussions sur l'évolution des sédiments.

Il s'agit de tous les remaniements imputables à l'édification de structures d'habitat et qui perturbent l'organisation originelle des dépôts : creusement de fosses ou de foyers, régularisation du sol.

Il s'agit aussi de la fragmentation secondaire des matériaux par l'action du feu.

Nous verrons enfin que l'accumulation de matières organiques d'origine animale ou végétale conditionne, dans certains cas, la précipitation de carbonates en solution en horizons privilégies.

II - LES GROTTES.

A - Caractéristiques générales

La spéléogénèse en pays calcaire est un domaine de recherche qui, à l'inverse de la formation des abris sous roche, a été abordé par de nombreux chercheurs et dont nous avons trouvé les différentes interprétations dans les travaux de Ph. RENAULT (1967, 1968, 1970).

Nous rappellerons donc seulement à la suite de cet auteur (1967, p. 14) que "la spéléogénèse se développe dans un massif rocheux de structure donnée, à la suite de la circulation d'une eau qui, après infiltration, demeure apte à dissoudre la roche encaissante, mais qui, en outre, dépôse des sels dissous, des éléments insolubles ou des produits détritiques issus de l'extérieur".

"La structure de la roche encaissante, la dissolution, la sédimentation, et la mécanique de la roche encaissante sont les quatre facteurs majeurs de l'interprétation spéléogénétique".

La nature essentiellement calcaire des assises jurassiques et crétacées du Périgord a favorisé à différentes périodes la création de nombreuses formes karstiques.

Nous avons vu que si les premiers phénomènes karstiques peuvent être attribués à la reprise d'érosion correspondant chronologiquement au Crétacé inférieur, la plupart des conduits souterrains se sont développés à l'Eocène inférieur et ont ensuite évolué à la fin du Tertiaire et tout au long du Quaternaire.

L'inégale répartition des terrains jurassiques et crétacés, les variations d'épaisseur des différents étages permettent de distinguer des domaines où les degrés de karstification sont très différents.

La caractéristique principale du karst dans les terrains jurassiques est l'enfoncement vertical des réseaux et le développement de galeries profondes, peu décelables de la surface. Cette caractéristique explique que les cavités du Périgord jurassique sont rarement accessibles : elles ne représentent que 12 % des cavités recencées en Périgord.

Le karst des terrains crétacés moins évolué, est cependant très représentatif d'un stade avancé où l'on retrouve toutes les formes d'érosion typique des calcaires.

Près des trois quarts des cavités explorées en Périgord se situent dans les formations d'âge crétacé mais y sont très inégalement réparties.

La plupart des galeries que nous avons explorées ou qui ont fait l'objet de notre étude font partie de réseaux fossiles dont l'évolution répond au schéma classique de l'enfoncement des réseaux en relation avec l'abaissement du niveau des rivières ; elles ont cependant pu évoluer de bas en haut par corrosion chimique ou érosion mécanique, comme le démontre la présence de méandres, de coupoles et de lapiaz aux voûtes de certaines cavités.

B - Le remplissage des grottes

Egueulées par l'évolution des versants ou recoupées tangentiellement, ces grottes présentent fréquemment un remplissage complexe dans lequel deux domaines s'opposent :

- le porche ou l'entrée où la sédimentation est régie par les variations climatiques extérieures et soumise aux mêmes lois que celles qui gouvernent la sédimentation sous abris. C'est donc un domaine sur lequel nous ne reviendrons pas.

- les galeries profondes soumises à un régime thermiquement plus stable.

1° - Sédimentation dans les galeries profondes

La sédimentation d'origine cryoclastique y est forcément nulle ou très atténuée. Elle est de nature essentiellement alluviale; elle est en tous cas liée à l'action de l'eau.

Plusieurs processus différents aboutissent à l'accumulation de dépôts variés parmi lesquels il est classique de distinguer les sédiments détritiques et les produits de la sédimentation chimique.

a - Sédimentation détritique

L'extrême hétérogénéité des dépôts de grottes a une double origine.

- Elle est liée à la nature des éléments constitutifs,
- La texture de ces éléments est le reflet de variations dans leur mode de transport et de sédimentation.

Nous verrons que l'analyse de ces deux critères constitue le principal argument de l'interprétation des phases de sédimentation.

Nature des dépôts

On distingue couramment les sédiments endogènes formés à l'intérieur de la grotte ou provenant du remaniement de dépôts antérieurs, des sédiments exogènes issus de l'extérieur.

- Les sédiments endogènes

Nous rangerons dans cette catégorie les résidus de décalcification de la roche encaissante.

Ce sont des grains de quartz principalement ou autres éléments insolubles de la roche calcaire qui, par entrainement des eaux sont à l'origine d'accumulations parfois importantes.

A la même catégorie appartiennent certaines argiles de décalcification, apportés par les ruissellements provenant du réseau de fentes et qui entrent pour une faible part dans la composition de ce qu'il est convenu d'appeler "argile de grotte".

- Les sédiments exogènes

Ils forment la plus grande masse des sédiments de grottes. On trouve en effet de frappantes similitudes entre la composition minéralogique des constituants des sédiments de grottes et celle de la couverture sédimentaire des formations auxquelles elles appartiennent.

- Produits de démantèlement des placages de Sidérolithique qui couvrent la plus grande partie des assises jurassiques et crétacées.

  . Grains de quartz à surface caverneuse et incrustations fréquentes d'oxydes ferriques.
  . Oolithes et pisolithes ferromanganésifères.
  . Argiles versicolores.

- Produits d'érosion superficielle des assises calcaires

  . Sables et argiles des revêtements de "terra fusca" qui se développent sur les assises non protégées par la couverture sidérolithique.
  . Produits de gélifraction entraînés dans la grotte par solifluxion par l'intermédiaire de puits naturels.
  . Sables calcaires fréquemment inclus dans les formations varvées.

- Produits de perte de ruisseaux aériens.

- Produits du fait de l'occupation par les êtres vivants.

  . Restes d'animaux ayant vécu dans la grotte (habitats d'Ours).

  . Niveaux archéologiques dus à l'occupation de la grotte par les hommes.

- Enfin, restes de faune entraînés dans la grotte par l'intermédiaire de puits ou de fissures.

Transport et sédimentation

L'observation directe montre la grande variété texturale des alluvions de cavernes : les alluvions argileuses ou limoneuses s'observent aussi bien que les accumulations de sables, de graviers voire de galets.

Sans reprendre ici l'examen théorique du transport alluvial, nous retiendrons seulement que la nature granulométrique des dépôts, la morphologie des éléments constitutifs peuvent renseigner non seulement sur l'origine des sédiments, mais aussi sur la vitesse de circulation des eaux, sur la compétance de l'agent de transport au moment du dépôt.

b - Sédimentation chimique

Il s'agit de la formation de concrétions sur les parois de la grotte ou à la surface du remplissage.

Stalagmites, stalactites, planchers stalagmitiques sont les formes les plus fréquemment rencontrées. Elles résultent toutes de la cristallisation de sels dissous dans les eaux d'infiltration et plus particulièrement de la calcite.

D'une façon générale, ces concrétions se forment lors des épisodes climatiques assez humides et assez chauds pour que les infiltrations atteignent une teneur suffisante en CO_3Ca. La formation de telles concrétions coïncide généralement avec un événement climatique majeur

2°- Modification des dépôts

Comme celui des abris sous roche, le remplissage des grottes est sujet à des modifications physiques et diagénétiques qui interviennent au fur et à mesure de l'édification des dépôts ou postérieurement à leur mise en place.

a) Modifications physiques

Il s'agit de tous les remaniements susceptibles d'affecter les alluvions lors de reprises d'écoulement dont nous verrons qu'elles coïncident avec des événements climatiques importants : érosion et transport secondaire, phase de déblaiement, vidange.

b) Modifications chimiques

Les seules modifications d'origine chimique que nous avons eu la possibilité d'étudier sont celles qui ont contribué à la migration, à la précipitation et à la cristallisation de carbonates dissous à l'intérieur des sédiments.

Elles ont contribué à la formation de concrétionnement carbonatés de caractère illuvial et supposent donc des phases d'arrêt de sédimentation d'assez longue durée.

Comme dans les abris sous roche, la précipitation de carbonates à certains niveaux privilégiés peut être conditionnée par la présence d'une matière organique abondante.

*

* *

C H A P I T R E III

METHODES D'ETUDE ET TECHNIQUES D'ANALYSES

Les quelques considérations générales que nous venons d'exposer sur le remplissage des abris sous roche et des grottes font apparaître la diversité et la complexité des phénomènes mis en oeuvre au cours de l'édification des dépôts ainsi que celles des manifestations sédimentaires liées à chaque phénomène.

L'interprétation climatique des sédiments de grottes et d'abris imposait de déterminer dans un premier temps quel était le rôle respectif de la sédimentation et de la diagénèse dans le faciès sédimentaire de chaque dépôt.

Il nous fallait ensuite établir quels étaient les différents facteurs climatiques qui étaient intervenus dans l'une ou l'autre de ces deux étapes.

Nous devions enfin évaluer l'intensité relative des différentes composantes climatiques responsables de l'élaboration du dépôt et de son évolution.

Le choix de nos méthodes d'analyses a été facilité par les travaux réalisés dans ce domaine par nos prédécesseurs et parmi lesquels nous nous devons de citer ceux de E. BONIFAY.

C'est en effet sur les méthodes d'analyses morphologiques et statistiques préconisées par cet auteur (BONIFAY E., 1955, 1956, 1957, 1962), que nous nous sommes appuyé lors de nos premières recherches.

Pourtant l'orientation nouvelle que nous avons donnée à nos travaux, les précisions que nous avons voulu obtenir dans la recherche des pulsations climatiques mineures et dans la compréhension de l'enchaînement des événements climatiques nous conduisirent à afiner et à compléter ces méthodes fondamentales.

L'élaboration progressive de ces méthodes d'analyses, la mise au point d'une méthode de raisonnement par laquelle nous avons essayé d'interpréter et d'intégrer le maximum de résultats ont bénéficié des recherches qui ont été menées parallèlement aux nôtres par nos jeunes collègues du Laboratoire de Géologie du Quaternaire et Préhistoire ; elles ont été utilisées avec succès par A.DEBENATH (1965) dans l'étude du remplissage de grottes charentaises, en 1968 dans celle des dépôts de pente de la vallée de la Couze par J.-P. TEXIER et plus récemment par M. LENOIR dans l'étude du remplissage de grottes girondines et dans le Lot-et-Garonne par J.-M. LE TENSORER (1970).

En France, des méthodes similaires ont été appliquées par W.E. FARRAND à l'étude du remplissage de l'abri Pataud aux Eyzies (1969 et sous presse) ainsi que par J.Cl. MISKOVSKY à celle des grottes du midi méditerranéen (1970).

I - ETUDES DE TERRAIN

Les études effectuées sur le terrain sont la base de notre travail, les analyses de laboratoire n'ayant eu en fin de compte d'autre objet que de nuancer, préciser ou démontrer les hypothèses et les interprétations tirées de la seule observation des dépôts.

Outre une étude topographique et géomorphologique du site et une étude géologique sommaire des formations supportant ou entourant les dépôts quaternaires, nos travaux de terrain ont essentiellement consisté en des observations stratigraphiques.

A - Stratigraphie - Etude descriptive des dépôts

Nous avons essayé, chaque fois que nous en avons eu la possibilité, de mener l'étude stratigraphique parallèlement aux travaux de fouilles qui ont été effectués sur bon nombre des gisements que nous avons étudiés.

Notre participation à ces travaux nous a permis de suivre les variations latérales de faciès de chaque dépôt et de préciser la position des niveaux archéologiques au sein de chaque formation géologique.

Parallèlement aux nombreux levés de coupes que nous avons réalisés au fur et à mesure de l'avancement des travaux, et dont nous ne donnerons ici que les plus représentatifs, nous avons procédé à une étude descriptive systématique de chaque couche, de chaque niveau et de chaque horizon ; nous avons utilisé à cet effet un ensemble de critères et un vocabulaire approprié que nous avons adaptés de la méthode descriptive utilisée par Cl. THIBAULT dans ses recherches sur les terrains quaternaire du bassin de l'Adour (1970).

Dans la description que nous avons donnée de chaque formation considérée, nous avons essayé de faire d'abord apparaître par ordre d'importance les caractéristiques texturales et morphologiques essentielles telles qu'elles nous sont apparues à l'observation. Les critères de différenciation utilisés ensuite ont porté sur la texture, la structure, la couleur * , la consistance du sédiment fin, l'épaisseur et les limites des dépôts.

B - Prélèvement des échantillons

Des échantillons pour analyses sédimentologiques ont été prélevés en plusieurs secteurs du gisement chaque fois que nous en avons eu la possibilité.

---

* Définie sur sédiment humide à l'aide du Code expolaire de Cailleux et Taylor (Boubée et Cie, Edit.).

Cela n'a été réalisable que dans le cas de remplissages en cours de fouilles. Dans les gisements ayant fait l'objet de fouilles anciennes, protégés et classés pour la plupart, nous avons dû nous contenter d'un seul échantillonnage sur une même colonne verticale.

L'échantillon devant être représentatif du niveau qu'il doit caractériser, son volume a été conditionné par la texture du sédiment. C'est ainsi que pour des niveaux composés d'éboulis et dont les éléments ont fait l'objet d'analyses morphologiques, des échantillons de 20 à 30 kgs ont été prélevés.

II - ETUDES DE LABORATOIRE

Pour des raisons d'ordre matériel, nous avons convenu de n'étudier en laboratoire que les sédiments de diamètre inférieur à 100 mm, la proportion des éboulis plus volumineux et des blocs d'effondrement ainsi que leurs caractéristiques étant appréciées qualitativement sur le terrain.

A - Granulométrie globale

Elle consiste en une répartition de l'échantillon pris globalement en trois fractions granulométriques (*) :

- Les fractions grossières qui comprennent les cailloux ou éboulis : 100 mm à 10 mm.
- Les fractions moyennes ou intermédiaires correspondant aux granules et aux graviers : 10 mm à 2 mm.
- Les fractions fines, sables, limons et colloïdes, inférieures à 2 mm.

Un graphique où sont placés en ordonnées, les différentes couches, niveaux et horizons et en abcisses, les pourcentages en poids cumulés des trois fractions considérées, rend compte de l'évolution granulométrique du sédiment dans la séquence étudiée.

(*) C'est au cours de cette manipulation que le sédiment est débarassé de tous les éléments d'origine anthropique (éclats de silex, galets, ossements). Cette opération, longue et fastidieuse, est effectuée à la main sur le sédiment de diamètre supérieur à 2 mm.

Cette analyse donne une première approximation de la composition globale du sédiment et de son évolution dans la série stratigraphique.

Elle permet par ailleurs une première identification des phénomènes mis en oeuvre au cours du remplissage.

Le rôle respectif des différents agents d'accumulation et d'altération doit ensuite être précisé de même que l'intensité relative des différents phénomènes climatiques qui sont intervenus au cours du remplissage.

Une forte teneur du sédiment en éboulis peut être attribuée à une phase de gélivation, mais il convient d'en déterminer les modalités et l'intensité.

Une forte proportion de sédiments fins peut liée à une moindre gélivation contemporaine et à une sédimentation de type différent dont il faut préciser l'origine et le mode de dépôt (solifluxion ou ruissellement). Elle peut être également consécutive à l'altération chimique de produits de gélivation.

Ces précisions ne pourront être apportées que par des analyses appropriées portant sur l'ensemble des trois fractions isolées par la granulométrie globale.

B - Etude des cailloux (100 mm à 10 mm)

L'étude des fractions grossières du sédiment a pour principal objet d'apprécier l'intensité relative et les modalités des manifestations de gélivation et d'altération qui se sont succédés au cours du remplissage.

Gélivation et altération étant étroitement dépendantes de la texture et de la structure de la roche, nous avons procédé à un tri des éboulis de lithologie différente. Chaque analyse a ensuite été effectuée séparément sur chaque catégorie de cailloux ainsi isolée. Ce procédé a été adopté chaque fois que les différences texturales étaient suffisamment marquées pour être appréciées à l'oeil nu.

1°- Recherche de manifestations de gélivation

a - Granulométrie

Elle a été réalisée sur l'ensemble de la fraction correspondant aux dimensions comprises entre 100 mm et 10 mm.

Les cailloux sont répartis en 9 classes granulométriques selon que leur plus grande largeur est comprise entre 10 et 20 mm, 20 et 30 mm..., 90 et 100 mm.

Un diagramme indique les variations des pourcentages de ces différentes catégories, calculés en poids, placés en abcisses, à travers les niveaux du remplissage placés en ordonnées.

Cette analyse contribue à l'appréciation des modalités de la gélivation.

b - Recherche des plaquettes de gel

Dans certaines conditions de température, d'humidité, d'exposition et de lithologie, la gélivation de la roche en place conduit à la formation de plaquettes.

Ces plaquettes telles qu'elles apparaissent avant tout remaniement, présentent un aspect typique, avec des arêtes vives et une face plus fraîche correspondant à la face d'éclatement (Pl. 7).

Les cailloux correspondant à cette définition sont extrêmement rares dans les remplissages d'abris par suite des modifications physiques et chimiques qu'ils ont subies après leur formation. C'est pourquoi nous avons assimilé à cette catégorie des formes moins nettes, parfois émoussées, mais cependant identifiables par leur aplatissement. Nous avons donc classé sous la rubrique des plaquettes tout caillou présentant une épaisseur inférieure au quart de sa plus grande largeur, sans tenir compte de son aspect.

Le calcul du pourcentage de plaquettes a été réalisé sur la catégorie dimensionnelle la mieux représentée dans l'ensemble du remplissage étudié, généralement sur les éléments de 30 à 60 mm de diamètre.

c - Recherche des cailloux gélivés

L'action d'un froid intense sur des éboulis calcaires peut conduire, dans certaines conditions que nous avons exposées en page 31 , à une nouvelle fragmentation. Les produits de cette fragmentation sont les cailloux gélivés.

Il s'agit du résultat de l'éclatement total d'éléments le plus souvent volumineux, en deux ou trois larges fragments (Pl. 8, photo n° 1).

Ces fragments ne demeurent jointifs que lorsque le dépôt auquel ils appartiennent n'a fait l'objet d'aucun remaniement postérieur.

Ils apparaissent généralement légèrement décalés les uns par rapport aux autres et sont parfois rendus solidaires par la cimentation secondaire de calcite diagénétique.

Nous avons classé dans la catégorie des cailloux gélivés des éclats de roche polyédrique dont l'une des faces, à arêtes plus tranchantes, à conservé l'aspect d'une cassure : il s'agit de fragments de cailloux gélivés, dispersés par des remaniements postérieurs ou dissociés lors du prélévement des échantillons.

Le pourcentage de ces éléments est calculé par rapport au poids total de la classe choisie.

On ne saurait confondre les cailloux gélivés avec les cailloux fragmentés par l'action du feu. Ces derniers,fréquents dans les niveaux archéologiques,sont caractérisés par une cassure moins franche dont les bords sont émoussés. Le matériau est d'autre part extrêmement friable et présente souvent une coloration rougeâtre (Pl. 8, photo n° 2).

d - Recherche des cailloux fissurés

La gélivation secondaire des fragments de roche calcaire a conduit, en périodes d'alternances de gels et de dégels répétés, mais de faible amplitude et de faible intensité, à la formation de cailloux fissurés.

Il s'agit généralement d'éléments de petite dimension, fréquemment émoussés, dont toute la surface est parcourue par un réseau de fines craquelures plus ou moins béantes. Ils présentent l'aspect d'une mosaïque de fragments anguleux, séparés par des fissures de 1 à 3 mm de profondeur (Pl. 9, photo n° 1).

Leur pourcentage est également calculé par rapport au poids de la fraction caillouteuse choisie.

2° - Recherche des manifestations d'altération

Ainsi que nous l'avons exposé, les manifestations d'altération les plus immédiatement perceptibles et sur lesquelles ont porté nos recherches, sont celles qui sont liées aux phénomènes de dissolution.

L'action combinée de l'humidité et de la température conduit à la mise en solution des composantes carbonatées des matériaux calcaires ; elle se réalise sur toutes les fractions granulométriques du sédiment.

- Sur les éboulis, ce phénomène se manifeste en premier lieu par une modification morphologique des éléments.

La dissolution des carbonates entraîne la libération des constituants détritiques de la roche ; il s'ensuit une régularisation des éboulis, et la disparition progressive des aspérités de la surface. Cette régularisation superficielle d'éboulis de texture donnée sera d'autant plus accentuée que les phénomènes de dissolution mis en jeu auront été plus intenses ou que leur action aura été plus prolongée.

Outre la régularisation de la surface des éléments, la dissolution peut entraîner la formation de cupules de corrosion (Pl. 9, photo n° 2) ou, plus fréquemment, une mise en relief des grains de quartz de la roche.

- La dissolution des carbonates intervient également à l'intérieur de la roche ; elle se traduit alors par l'élargissement progressif des pores du matériau et par le développement de méats, dont l'extension sera proportionnelle à l'intensité des phénomènes de dissolution.

Le terme ultime de cette évolution sera la formation de "fantômes" d'éboulis, totalement décarbonatés, et dont il ne subsiste que les éléments insolubles ; ce sont là des formes que nous avons plus particulièrement rencontrées dans les sols d'altération.

- Les carbonates mis en solution migrent en profondeur. Leur précipitation et leur recristalisation conduit à la formation d'un concrétionnement de type illuvial à l'intérieur du sédiment. Ce concrétionnement intervient par la formation d'un enduit carbonaté au pourtour des éboulis, par la formation d'agrégats ou par la prise en masse du sédiment.

L'évaluation du degré d'émoussé des éboulis, l'estimation de leur corrosion et de leur friabilité, la mesure de leur porosité ainsi que l'évaluation du concrétionnement qui affecte le sédiment permettent de mettre en évidence les phénomènes d'altération qui sont intervenus au cours de l'édification des dépôts ainsi que de mesurer leur intensité relative.

a - Etude de l'émoussé

Reprenant l'indice d'émoussé créé par E.BONIFAY, nous avons classé les cailloux d'une classe granulométrique représentative du remplissage étudié, en quatre groupes :

- Cailloux non émoussés, très anguleux, à arêtes vives,
- Cailloux peu émoussés, encore anguleux mais à arêtes adoucies
- Cailloux émoussés, ne présentant plus d'angulosité, mais un ensemble de courbes,
- Cailloux très émoussés, dont la forme originelle est difficile à reconnaître et la surface entièrement courbe.

Chaque catégorie est pesée ; son pourcentage en poids est calculé et multiplié par un indice croissant en fonction du degré d'émoussé :

0 pour la catégorie des cailloux non émoussés
1/3 pour celle des cailloux non émoussés
1/2 pour les cailloux émoussés
1 pour les cailloux très émoussés

La somme de ces trois valeurs représente l'indice d'émoussé .

b - Etude de la corrosion

Suivant le même principe que celui du calcul de l'indice d'émoussé, nous avons essayé de définir le degré de corrosion moyen des éboulis en classant les différents éléments d'une classe granulométrique donnée, suivant l'état de la surface.

Cette méthode, par trop subjective, n'a été utilisée qu'exceptionnellement.

cc - Etude de la friabilité

Elle a été conduite au début de nos recherches, suivant le même principe que le calcul de l'indice d'émoussé.

Les cailloux d'une classe granulométrique donnée sont classés en quatre groupes de friabilité croissante.

Le pourcentage en poids de chaque catégorie est alors multiplié par un coefficient croissant en fonction du degré de friabilité, compris entre 0 et 1.

La somme de ces valeurs représente l'indice d'altération, tel qu'il a été défini par E.BONIFAY.

L'approximation du degré de friabilité du matériau étant particulièrement délicate et les résultats obtenus étants moins probants que ceux de la mesure de la porosité, nous en avons abandonné l'utilisation.

d - Mesure de la porosité

La quantité d'eau susceptible d'être absorbée par un cailloux calcaire est proportionnelle au développement des méats à l'intérieur du matériau, donc à sa porosité.

Pour chaque échantillon analysé, nous avons choisi un lot représentatif de cailloux que nous avons immergé dans l'eau pendant 24 heures.

La différence de poids entre échantillon sec et échantillon saturé est calculée en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon sec.

L'utilisation systématique de cette méthode s'est avérée particulièrement efficace. Les résultats obtenus ont non seulement fourni d'utiles précisions sur l'intensité des phénomènes de dissolution mais leur comparaison avec ceux qui ont été donnés par le calcul de l'indice d'émoussé a permis d'établir le rôle respectif de l'usure mécanique (et plus particulièrement par solifluxion) et de la dissolution chimique dans le façonnement des galets calcaires.

Nous verrons cependant que l'interprétation de ces résultats doit tenir compte des perturbations entraînées dans la capacité d'absorption d'eau des éboulis par des phénomènes secondaires de concrétionnement dont ils ont pu faire l'objet.

e - Etude des concrétions carbonatées

Concrétions illuviales

L'entraînement en profondeur des carbonates en solution conduit à la formation de concrétions de types variés dans la masse du sédiment. Ces concrétions sont identifiables dans toutes les fractions granulométriques du sédiment, y compris dans la fraction de dimension comprise entre 100 mm et 10 mm.

Nous avons distingué, dans cette classe, plusieurs variétés de concrétions.

- Des agrégats de sables, de graviers, de granules, de cailloux, voire de silex et de débris de faune, liés par un ciment de calcite diagénétique plus ou moins induré (Pl. 10, photo n° 1).

- Des encroûtements de calcite localisés au pourtour des éboulis, ou de simples enrobements de sédiments plus fins à ciment calcitique.

L'élaboration de ces concrétions répond à un même processus pédogénétique.

- Des concrétions bourgeonnantes, présentes sur la face inférieure des éboulis calcaires et identifiables principalement dans les niveaux cryoclastiques de texture lacuneuse (Pl. 10, photo n° 2).

Par leur forme, ces concrétions rappellent celles qui ont été décrites par A. CAILLEUX (1964) et assimilées par cet auteur à des produits de congélation de solutions de sols. Elles évoquent également les dépôts de "travertins" décrites par E. HAMELIN et F.COOK (1967) dans les zones périglaciaires et attribués par eux à la météorisation chimique de la neige.

Bien qu'il nous soit impossible de nous prononcer sur de telles éventualités, nous rapprocherons les concrétions bourgeonnantes telles que nous les avons rencontrées dans les dépôts d'abris, de résultats de phénomènes de lessivage : leur présence au sein d'un dépôt coïncide en effet toujours avec un accroissement de l'humidité du climat et une augmentation de la température.

La comparaison des résultats obtenus par le calcul du pourcentage de ces différentes catégories de concrétions par rapport à la phase caillouteuse avec ceux du calcul de l'indice d'émoussé et de la mesure de la porosité, nous a fourni d'utiles précisions sur l'intensité des phénomènes d'altération.

Stalactites

Il s'agit de toutes les formes de concrétionnements qui se développent aux parois et au toit des grottes et des abris sous roche ; elles prennent naissance à la suite de la précipitation du calcaire de l'eau exsudée de la roche.

Nous avons rangé dans cette catégorie toutes les formes typiques que l'on rencontre habituellement dans les galeries profondes ; nous leur avons assimilé des enduits et des concrétionnements bourgeonnants qui se développent plus particulièrement au toit des abris sous roche. La netteté de la cassure des plaquettes calcaires auxquelles ces concrétions sont associées, nous a permis de les différencier facilement des concrétions bourgeonnantes de type illuvial, telles que nous les avons décrites précédemment (Pl. 11).

La genèse de ces concrétions suppose une stabilisation des parois et une augmentation de l'humidté. Leur présence dans un dépôt indique une phase d'humidité immédiatement antérieure.

Le pourcentage en poids des éléments portant de telles concrétions est calculé, pour chaque niveau, par rapport au poids de la phase caillouteuse.

C - Etude des fractions moyennes (10 mm - 2 mm).

L'examen des éléments de dimension comprise entre 10 mm et 2 mm permet de compléter les renseignements fournis par l'étude du matériel grossier et peut, dans certains cas, faire apparaître un certain nombre de caractéristiques non identifiables par la seule utilisation du premier procédé (notamment, manifestations de solifluxion, de ruissellement, d'illuviation).

A cet effet, les éléments de dimension comprise entre 10 mm et 2 mm sont répartis en deux fractions.

- Les granules, de 10 mm à 5 mm,
- les graviers de 5 mm à 2 mm.

Chaque fraction ainsi isolée fait l'objet d'un inventaire portant sur quatre catégories d'éléments.

a - Eléments apportés par l'Homme : éclats de silex, esquilles osseuses, fragments de charbons. Leur poids est retranché du poids de l'échantillon analysé.

b - Fragments de roche calcaire. Ne sont étudiés que ceux dont la dimension est comprise entre 10 mm et 5 mm ; ils font l'objet d'un examen morphologique au cours duquel est évaluée la teneur en plaquettes, en éléments émoussés et en éléments fissurés.

c - Concrétions calcaires illuviales. L'inventaire de ces éléments est effectué parallèlement sur les granules et les graviers.

Il s'agit soit d'agrégats de graviers ou de sables, très friables et de formes variées, soit de formes tubulaires pouvant résulter d'un dépôt de calcite autour de racines.

Le calcul du pourcentage de ces éléments dans la fraction correspondante permet d'évaluer, mieux que celui des concrétions illuviales dans les fractions grossières, l'intensité des phénomènes de lessivage.

d - Eléments d'origine allochtone, tels que graviers de quartz, nodules gréso-ferrugineux, pisolithes ferromanganésifères, liés à des apports par ruissellement ou par solifluxion.

D - Etude des fractions de diamètre inférieur à 2 mm

Compte tenu des buts que nous nous étions proposés d'atteindre et des moyens mis à notre disposition, notre choix s'est arrêté sur un petit nombre de méthodes courantes : granulométrie, morphoscopie, calcimétrie, mesure du pH. Dans quelques cas seulement l'analyse des argiles par diffractométrie a été réalisée.

1°- Granulométrie

Après traitement préalable à l'eau oxygénée, chaque échantillon a fait l'objet de deux analyses granulométriques :

- sur sédiment brut,
- sur sédiment décarbonaté.

Chaque analyse s'est scindée en deux opérations : densimétrie des éléments de dimension inférieure à 50 microns par la méthode Mériaux (S.MERIAUX, 1957), tamisage mécanique des éléments de dimensions comprises entre 2 mm et 50 microns.

Les résultats ont été transcrits en courbes cumulatives sur papier semi lorarithmique à 4 modules et comportant 23 points calculés entre 2 mm et 2 microns.

L'analyse mécanique a été réalisée sur le même échantillon que celui qui a auparavant fait l'objet des mesures densimétriques. Pourtant, malgré les précautions prises en cours de manipulation, les deux opérations ont rarement donné le même pourcentage d'éléments de dimension supérieure à 50 microns, la valeur fournie par la densimétrie étant en règle générale, plus élevée. Nous avons alors convenu d'attribuer davantage de confiance aux résultats de l'analyse pondérale que nous avons cumulés de gauche à droite, en partant des plus grandes dimensions ; nous avons ensuite raccordé systématiquement la portion de courbe obtenue par densimétrie, en lui faisant subir une translation égale à la différence de pourcentages enregistrée pour 50 microns.

Ce procédé ne dénature pas les pentes des courbes cumulatives et s'il provoque une augmentation du taux de colloïdes équivalente à la valeur du décalage, il n'aura pas grande incidence sur la composition réelle du sédiment, compte tenu du fait que la correction opérée s'est toujours révélée identique pour un même type de sédiment.

Cette analyse nous a permis de suivre l'évolution granulométrique de l'ensemble du sédiment inférieur à 2 mm pris globalement dans chaque séquence stratigraphique étudiée et d'en tirer des conclusions sur le mode de dépôt (désagrégation mécanique, ruissellement, solifluxion) ou sur des remaniements éventuels.

Nous nous sommes fondé pour cela sur la comparaison de la morphologie des courbes cumulatives , sur le calcul de la médiane, et sur celui de l'indice d'hétérométrie de Cailleux (Hé).

La comparaison des courbes cumulatives établies par granulométrie du sédiment avant et après décarbonatation, nous a par ailleurs permis d'apprécier certains phénomènes de lessivage et d'illuviation mineurs ; par ce procédé, associé à l'examen des différentes fractions à la loupe binoculaire, nous avons pu en particulier déceler des enrichissements secondaires en carbonates, non identifiables par la seule analyse des fractions grossières et moyennes du sédiment.

Enfin, par la réalisation de diagrammes granulométriques globaux, obtenus en portant en ordonnées les niveaux superposés et en abcisses, les pourcentages cumulés des sables, des limons et des colloïdes (*) après granulométrie du sédiment brut et décarbonaté, nous avons pu suivre et résumer l'évolution granulométrique de chaque séquence étudiée : ainsi sont en particulier plus nettement mises en évidence les variations graduelles des taux d'argiles.

2° Calcimétrie

Elle a été réalisée par décarbonatation totale de 100 grammes de sédiment brut par attaque à l'acide chlorhydrique et pesée du résidu insoluble.

Ce procédé, plus satisfaisant que l'utilisation du calcimètre Bernard, du fait de la nature très hétérométrique des sédiments d'abris, présente également l'avantage de préparer le matériel décarbonaté nécessaire à l'analyse granulométrique.

La comparaison des variations de la teneur du sédiment fin en carbonates avec celles de l'indice d'émoussé et de la porosité des cailloux et du concrétionnement illuvial a constitué l'argument principal de l'interprétation des phénomènes de lessivage et d'altération.

(*) La classification granulométrique admise ici est celle qui figure dans le Précis de Pédologie de Ph. Duchaufour (1965, p. 25)
Sables : de 2 mm à 0,05 mm
Limons : de 0,05 mm à 0,002 mm
Colloïdes minéraux (ou "argiles") : éléments inférieurs à 0,002 mm.

3° Morphoscopie

Nous avons procédé de façon systématique à l'examen morphoscopique des grains de quartz de diamètre voisin de 0,7 mm.

Les résultats du comptage des différentes catégories d'usure n'ont été traduits par des représentations graphiques que dans le cas de l'étude des remplissages de grottes où seule l'analyse du matériel inférieur à 2 mm a été réalisable.

Ces résultats se sont au contraire avérés peu significatifs dans le cas de sédiments d'abris.

Tous les autres éléments constituants le cortège sableux entre 2 mm et 0,7 mm ont par ailleurs été examinés. Ils ont apporté des renseignements utiles quant à l'origine du matériel ou à son remaniement éventuel. Notre attention s'est plus particulièrement portée sur l'inventaire des concrétions illuviales calcaires et sur celui des éléments d'origine allochtone (grains de quartz caverneux à incrustations ferrugineuses, grains ferromanganésifères).

4° Mesure du pH

Le pH de chaque échantillon a été mesuré en laboratoire par la méthode électrométrique.

La comparaison des différences de valeurs de pH mesurées sur deux suspensions du même échantillon, l'un dans l'eau distillée, l'autre dans une solution normale de chlorure de potassium (ΔpH), conseillée par Cl. THIBAULT (1968), a donné lieu à des observations intéressantes concernant la détection des phénomènes d'altération.

5° Analyse des argiles par diffractométrie des rayons X

L'étude des phases argileuses par diffractométrie des rayons X n'a été réalisée que sur un petit nombre d'échantillons, l'utilisation systématique de cette méthode d'analyse imposant de solliciter trop souvent l'obligeance de spécialistes extérieurs à notre laboratoire.

La nature du gisement (grotte ou abri), sa position dans le modelé, la nature de l'affleurement rocheux dans lequel il est localisé, ses rapports avec les formations qui l'entourent, son orientation, sa morphologie et ses dimensions sont autant de facteurs qui confèrent aux dépôts leur originalité.

Les valeurs de pourcentages et d'indices qui caractérisent les différents dépôts d'un remplissage ne doivent donc pas être considérées comme des valeurs absolues ; elles sont seulement représentatives de l'intensité relative des différents phénomènes climatiques qui sont intervenus dans l'édification de ce même remplissage.

*

* *

D E U X I E M E P A R T I E

ETUDE DES GISEMENTS

C H A P I T R E I

LA GROTTE DE L'EGLISE

La grotte de l'Eglise s'ouvre dans la falaise du Conte, portion aval des escarpements qui se dressent en rive droite du Céou, à proximité de sa confluence avec la Dordogne, dans la commune de Cénac -et-Saint-Julien (Pl. 12).

Elle fait partie d'un ensemble d'une vingtaine de grottes et d'abris sous roche tous visités à ce jour et parfois fouillés, qui s'ouvrent au contact des assises coniaciennes et turoniennes à 80 mètres environ au-dessus du lit du ruisseau.

Dans cette suite de cavités, la Grotte de l'Eglise (ou Grotte XIII) domine la ferme Maison-Neuve située légèrement en amont.

L'entrée est constituée par un couloir assez étroit (Pl. 13), orienté O.SO - E.NE., qui donne accès à une première salle sur les parois de laquelle on remarque les vestiges d'un puissant plancher stalagmitique brisé par les anciens visiteurs de la grotte dans le but d'y recueillir les ossements pris dans la calcite.

Au-dessous du plancher apparaissent des niveaux fortement indurés qui, dans cette salle, reposent sur le sol rocheux de la caverne. Une galerie se dirige vers l'Est et débouche sur une vaste salle intérieure d'où partent divers couloirs. Cette seconde salle, vidée à une époque relativement récente de son remplissage initial et à nouveau remplie par des sables meubles, ne comporte pas, semble-t-il, de dépôts fossilifères. Pour l'instant ceux-ci ne sont connus que dans la galerie, le diverticule I et la fissure profonde qui lui fait suite.

Cette fissure comportant une faune apparemment plus récente que celle contenue dans les deux premiers loci ainsi qu'un remplissage original dont l'interprétation nécessitera de nouvelles prospections sur le terrain, nous n'en aborderons pas l'étude pour le moment.

Nous donnerons ici le détail des études sédimentologiques que nous avons réalisées en collaboration avec Cl. THIBAULT, parallèlement aux travaux de fouilles qu'a pratiqués F. PRAT dans la galerie principale et le diverticule I de 1967 à 1970. Ces études ont fait l'objet d'une première communication en 1971 (LAVILLE H., PRAT F. et THIBAULT Cl., 1972).

Nous y ajouterons les observations stratigraphiques et sédimentologiques auxquelles nous avons procédé à l'issue du sondage que Cl. THIBAULT et nous-même avons réalisé en 1966 dans la grande salle.

I - ETUDE STRATIGRAPHIQUE

A - Stratigraphie de la galerie principale

Coupes n° 1 (Pl. 14) et n° 2 (Pl. 15).

I.- Plancher stalagmitique peu épais (0,5 à 1 cm).

1.- Formation sablo-argileuse de couleur brune, de structure sableuse à grenue, localement subdivisée par un mince niveau plus argileux. Contient dans sa masse des débris de stalagmites et quelques graviers de calcaire plus tendre.

II.- Plancher stalagmitique complexe, épais de plusieurs centimètres, avec intercalation de lentilles sableuses et argileuses et fragments de stalagmites et stalactites brisées réincorporés à la masse cristalline. Localement, ce plancher se prolonge vers le haut par de grosses stalagmites.

2.- Sédiment sableux brun-jaune, très friable. Il renferme des stalactites et stalagmites brisées, parfois soudées au plancher II.

3.- Sédiment concrétionné présentant, dans les zones les moins indurées, des propriétés texturales identiques à celles de la couche 2. Ce niveau contient de nombreux ossements.

4.- Argile brune, feuilletée et craquelée, plastique à l'état humide, englobant de rares concrétions carbonatées.

5.- Concrétionnement calcaire blanchâtre intermittent, se présentant parfois sous forme de lentilles au sommet de la couche 6.

6.- Sédiment sableux brun-rouge, peu cohérent, se délitant en plaques. Contient de nombreuses concrétions calcaires résistantes de forme très irrégulière.

7.- Sable compact brun-rouge, induré, riche en graviers et gravillons, contenant quelques blocs calcaires et une faune abondante.

8.- Sable un peu plus argileux que le précédent mais non induré et peu cohérent. Nombreux graviers roulés et fines plaquettes calcaires très dures.

9.- Sable argileux brun-rouge riche en graviers et gravillons calcaires blancs. L'ensemble est peu cohérent. Limite inférieure brutale, ondulée. A l'extrême Est de la coupe n° 1, la base de la couche se chargeait en gros blocs.

10.- Sable argileux brun, peu cohérent et semblant présenter une certaine concentration en oxydes ferreux ; sa structure est parfois feuilletée. On y rencontre une forte quantité d'ossements de teinte généralement noirâtre.

III.- Plancher stalagmitique discontinu, formé de plaques calcaires plus ou moins dures, disposées bien à plat. Ces plaques devenaient plus fréquentes et plus jointives à l'extrémité Est de la coupe n° 1.

11.- Sable argileux brun-rouge renfermant quelques petits blocs calcaires. De rares lentilles très minces sont plus argileuses.

12.- Sédiment jaune-brun, très proche, du point de vue textural, de celui de la couche 11. Présence de quelques graviers concrétionnés très durs, à ciment calcaire.

Les couches suivantes apparaissent seulement dans la coupe n° 3 (Pl. 16).

13.- Sable argileux brun-jaune à brun, compact. Il comporte quelques fragments indurés de même couleur avec de rares taches noirâtres et d'assez nombreux graviers de quartz.

14.- Sable argileux de couleur brun-jaune, légèrement plus grossier que celui de la couche 13 et localement durci. Les graviers de quartz y sont rares. Dans ce contexte on note la présence d'ilôts de sable concrétionné, montrant d'abondantes taches noirâtres.

15.- Sable argileux, identique à celui de la couche 14 du point de vue granulométrique, mais qui est très fortement concrétionné et se délite en plaques indurées.

16.- Sable argileux moins grossier qu'en 14 et 15, de couleur brun-jaune. On y trouve de très nombreux graviers de quartz, de rares agrégats durcis et quelques fragments de stalactites. Dans la partie Ouest de la coupe, la couche 16 repose sur une formation compacte, fortement indurée, dénommée "concrétionnement IV". Par contre, dans la partie Est, la couche 16 surmonte de nouvelles formations sableuses dont la description est donnée ci-dessous. Elle est riche en restes osseux.

17a.- Sable grossier, faiblement argileux, brun vif à rouge-jaune, légèrement compact, dans lequel on rencontre des graviers de quartz abondants et de rares agrégats de sables cimentés.

17b.- Sable légèrement argileux, rouge-jaune au sommet et jaune-rouge à la base, meuble, entrecoupé de lits noirâtres ou blancs. Cette couche est traversée obliquement dans la zone explorée par une bande noirâtre plus marquée.

18.- Formation sableuse avec nombreux graviers de quartz. Cinq subdivisions ont pu y être reconnues.

18a.- Niveaux sableux jaune-brun, parsemés au sommet, sur 10 cm, de fines ponctuations noirâtres.

18b.- Lits sableux alternativement rouge-jaune et jaune-brun.

18c.- Bande sableuse de couleur jaune-brun.

18d.- Lits sableux tour à tour jaune-rouge et jaune-brun.

18e.- Bande sableuse de couleur jaune-rouge.

Dans tout cet ensemble il faut noter la présence de quelques ilôts de sables indurés.

19.- Sable argileux de couleur rouge-jaune, auquel sont associés de rares graviers de quartz.

20.- Argile sableuse rouge, enrobant des nodules durcis.

21.- Au sommet (21a) : sable argileux de couleur rouge-jaune.
A la base (21b) : sédiment identique à celui du sommet, mais englobant quelques ilôts concrétionnés.

La couche 21 repose sur une formation très dure représentant soit un plancher stalagmitique, soit le fond rocheux de la grotte.

Les restes osseux mis au jour par F.PRAT dans le remplissage de la galerie principale se répartissent de la façon suivante :

Couches :	2-3	7	8	9	10	11	12	16
Ursus deningeri	84	134	2	9	145	21	33	96
Cervus sp.		8			7	2	3	
Hemitragus cf.bonali	5	1			4			

B - Stratigraphie du diverticule I

Coupe n° 4 (Pl. 17).

0.- Argile superficielle.

1.- Partie supérieure du plancher stalagmitique.

2.- Sable tantôt blanc-jaunâtre, tantôt noir, formant des lentilles fossilifères (microfaune) entre deux niveaux stalagmitiques.

3.- Partie inférieure du plancher stalagmitique.
L'épaisseur de ce plancher varie considérablement d'un point à l'autre du diverticule I, ainsi que sa structure. Il nous est arrivé d'observer, dans le sens vertical, une, deux ou trois intercalations sableuses renfermant assez souvent des ossements de petits mammifères.

4.- En certains endroits un niveau induré de couleur brun foncé apparaît sous le plancher 3 et peut d'ailleurs avoir la même origine.

5.- Importante formation de sables noirs dans l'ensemble, avec des zones irrégulières plus claires. Ces sables donnent l'impression de raviner parfois la brèche ossifère 6, et même la couche 8.

6.- Cette couche se divise en :
6a.- Deuxième plancher stalagmitique.
6b.- Brèche ossifère très dure, comprenant des ossements d'Ours extrêmement nombreux. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la paroi rocheuse, on constate que l'épaisseur de la brèche diminue. Cette formation disparaît avant d'atteindre l'axe longitudinal du diverticule.

7.- Couche calcaire blanchâtre très mince, discontinue, très localisée.

8.- Couche fossilifère argilo-sableuse recouvrant de nombreux ossements d'Ours dont la base est incluse dans un sédiment très dur.

Sur la coupe reproduite ici (Pl. 17), les couches 6,7 et 8 sont considérablement réduites et difficiles à séparer.

9.- Sable argileux compact, parfois très dur.

10.- Sable argileux collant.

11.- Sable légèrement argileux.

Les restes osseux récoltés par F.PRAT lors de ses fouilles dans le diverticule I se répartissent de la façon suivante :

Couches :	2	6	8	9	10
Ursus deningeri	1	7	174	3	51
Hemitragus cf.bonali				1	

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

A - Galerie principale

1°- Les formations les plus anciennes reconnues à la base du remplissage exploré correspondent aux couches 21, 20 et 19. Isolées en cours de fouille au vu de propriétés texturales différentes, ces trois couches présentent un certain nombre de traits communs dont l'identité de couleur est l'aspect le plus immédiat.

- Du point de vue granulométrique, le sédiment de la couche 21, de texture sablo-argileuse (Md = 0,150 mm), se répartit en une courbe cumulative au tracé irrégulier dans laquelle la fraction sableuse, assez mal classée jusqu'à la dimension 0,30 mm (Hé = 1,10), présente ensuite une pente encore plus faible entre 0,30 et 0,10 mm (Pl. 18). Après décarbonatation, la courbe du résidu insoluble conserve la même forme, la seule différence notable résidant en un redressement plus nettement marqué dans le domaine des sables (Hé = 0,70), par suite d'une diminution de la phase colloïdale où la plus grande partie de la composante carbonatée (3 %) se trouve concentrée.

- L'analyse granulométrique de la couche 20 révèle un sédiment plus fortement argileux (fraction inférieure à 0,002 mm = 51 %) mais dans lequel la fraction sableuse, très hétérométrique (Hé = 2,15) se répartit comme dans le cas précédent, en deux apports de part et d'autre de la dimension 0,30 mm (Pl. 18). Là encore la comparaison des courbes cumulatives établies sur sédiment brut et sur sédiment décarbonaté indique clairement une concentration de carbonates (5 %) dans la fraction colloïdale.

- Au niveau de la couche 19, une distinction doit être faite entre la base et le sommet de la couche. A la base, le sédiment encore fortement chargé en éléments colloïdaux (24 %) se distribue suivant une courbe plus redressée dans le domaine des sables (Hé = 0,95), ce qui tendrait à isoler cet horizon des formations sous-jacentes. Cependant, la division de la fraction sableuse en deux stocks différents, ici de part et d'autre de la dimension 0,20 mm, incline à assimiler la base de la couche 19 et les couches 20 et 21 à une même phase sédimentaire. Enfin, au même niveau, une partie au moins des carbonates est de nature colloïdale, le reste se trouvant concentré dans les fractions sableuses en agrégats facilement dissociables par le traitement à l'acide chlorhydrique.

Identité de couleur, mêmes caractéristiques granulométriques, sont des critères permettant de grouper les couches 21, 20 et la base de la couche 19 en un même ensemble sédimentaire déposé par alluvionnement lent d'un matériau argileux et mal trié.

L'analyse morphoscopique des grains de quartz compris entre 0,50 et 0,70 mm apporterait, s'il en était besoin, un argument supplémentaire à cette interprétation : dans les deux premiers niveaux considérés, les éléments du type sub-anguleux luisant représentent plus de 60 % de la fraction examinée, et atteignent un pourcentage maximal de 70 à la base de la couche 19 (Pl. 25, n° 2).

2°- Une coupure stratigraphique doit être établie entre la base de la couche 19 et son sommet. Dès ce niveau en effet, le sédiment présentant une phase colloïdale encore bien fournie (15 %), donne une courbe cumulative d'un type légèrement différent (Pl. 19) dont le tracé, plus régulier mais nettement concave dans le domaine des sables, est représentatif d'un alluvionnement par ruissellement régulier mais de faible compétence dont on peut d'ores et déjà dire qu'il s'est manifesté pendant le dépôt des formations sus-jacentes jusqu'à la couche 17b incluse.

Après décarbonatation, la courbe du résidu insoluble varie parallèlement à celle du sédiment brut, indiquant que la destruction des carbonates n'a plus seulement intéressé la phase colloïdale, mais l'ensemble du sédiment. Notons cependant que ces carbonates n'entrent que pour une faible part dans la composition du sédiment (2 %) (Pl. 25, n° 1).

Ces caractéristiques se maintiennent ensuite dans l'ensemble des échantillons prélevés à différents niveaux de la couche 18 et dans la couche 17b : valeurs de la médiane voisines de 0,220 mm, faibles valeurs de l'indice d'hétérométrie oscillant entre 0,60 à la base de la couche 18 à 0,75 en 17b. L'examen des diagrammes granulométriques globaux du sédiment brut (Pl. 23, n° 1) et du sédiment décarbonaté (Pl. 23, n° 2) met cependant en évidence une nette augmentation de la teneur du sédiment en éléments inférieurs à 0,002 mm dès la base de la couche 17 b : nous verrons que cet enrichissement en colloïdes pourrait être lié à des phénomènes de lessivage obliques qui, dans le remplissage, sont matérialisés par l'alternance de minces lits clairs et foncés.

La distribution des grains de quartz d'après les critères morphoscopiques n'apporte aucun élément de différenciation entre ces niveaux. La catégorie des sub-anguleux luisants est nettement prépondérante puisque son taux oscille entre 56 et 74 % : c'est dire que les grains de quartz n'ont été que faiblement façonnés au cours de leur transport par le cours d'eau souterrain, transport qui s'est vraisemblablement effectué calmement et sur une faible distance.

3°- Plusieurs arguments conduisent à établir une nouvelle coupure stratigraphique entre les couches 18 et 17b et 17a à 13 d'autre part, ces dernières pouvant être groupées en un même ensemble :

- Par rapport aux formations immédiatement sous-jacentes, la couche 17a est formée d'un sédiment plus grossier (Md voisine de 0,300mm), dont la courbe cumulative (Pl. 20) d'allure plus nettement parabolique dans le domaine des sables, indique un alluvionnement par ruissellement plus soutenu.

Parallèlement, et c'est là un second aspect qui doit être retenu, une modification brutale dans la morphologie des grains de quartz apparaît dès la base de la couche 17a (Pl. 25, n° 2) : alors que dans la couche 17b et les couches sous-jacentes le pourcentage des grains du type sub-anguleux luisant l'emporte sur les émoussés-luisants, une distribution inverse se manifeste ici, les émoussés-luisants entrant pour 70 % dans la répartition des grains de quartz.

- La formation indurée (concrétionnement IV) localement rencontrée au-dessous de la couche 16 consiste en un sédiment sableux dont la représentation graphique témoigne d'un matériau grossier (Md = 0,320mm) moins bien classé que précédemment (Hé = 1,00), ce qui tendrait au premier abord à l'isoler de la couche 17a. En réalité, la courbe cumulative établie par granulométrie du sédiment brut ne reflète pas le matériel d'origine : la comparaison des courbes réalisées sur sédiment brut et sur sédiment décarbonaté, jointe à l'examen de la fraction sableuse à la loupe binoculaire, démontre l'existence d'une

forte proportion d'agrégats à ciment calcaire qui viennent grossir la fraction sableuse. Après attaque par HCl, le résidu insoluble fournit une courbe cumulative en tous points comparable à son homologue de la couche 17a, ce qui démontre une origine commune du sédiment ainsi qu'un même mode de dépôt. A ce niveau, l'analyse morphoscopique des grains de quartz indique la prépondérance des éléments du type émoussé-luisant.

Les mêmes caractéristiques granulométriques et morphoscopiques se retrouvent dans le sédiment décarbonaté de la couche 16 : courbes cumulatives superposables, grossièreté moyenne identique, même valeur de l'hétérométrie, pourcentages de grains de quartz du type émoussé-luisant équivalents. Pourtant une différence fondamentale apparaît dans la composition du sédiment brut : au niveau de la couche 16 (Pl. 21), une moindre teneur du sédiment en fractions sableuses est compensée par une augmentation du taux de colloïdes. Cette particularité est facilement explicable si l'on considère que la composante carbonatée est exclusivement sous forme colloïdale.

- L'analyse granulométrique des échantillons prélevés dans les couches 15, 14 et 13 confirme leur homogénéité. Les courbes cumulatives (Pl. 21) du sédiment brut sont pratiquement superposables et témoignent d'un sédiment assez grossier (Md voisine de 0,300 mm), légèrement moins bien classé que dans la couche 16 (Hé = 1,10), s'appauvrissant progressivement en fractions sableuses vers le haut au profit de la fraction argileuse.

En réalité, l'examen à la loupe binoculaire révèle que la plus grande partie des sables est constituée d'agrégats à ciment calcaire dont la proportion diminue légèrement de la couche 15 à la couche 13. Cette évolution doit d'ailleurs être mise en relation avec un appauvrissement parallèle du sédiment inférieur à 2 mm en carbonates (Pl. 25, n° 1).

Après décarbonatation, on obtient des courbes différentes de celles établies sur sédiment brut et qui se caractérisent par une nette diminution des sables grossiers. Il convient d'ailleurs de souligner que les courbes cumulatives du résidu insoluble sont en tous points comparables à leurs homologues des couches 17a et 16, ce qui indique donc qu'il s'agit d'un sédiment de même provenance déposé dans des conditions identiques ; les données de la morphoscopie viennent confirmer cette interprétation puisque comme en 17a et 16, les grains émoussés-luisants entrent pour 60 % dans la composition des grains de quartz de 0,50 et 0,70 mm de diamètre (Pl.25, n° 2).

4°- Au vu des seules indications de la granulométrie et de la calcimétrie, les couches 12 et 11 sembleraient appartenir au même ensemble sédimentaire que les couches 15 et 13. Les graphiques cumulatifs du sédiment décarbonaté ont en effet même allure que ceux des couches 15 à 13, et les différents indices granulométriques (médiane et hétérométrie) sont du même ordre de grandeur (Pl. 24). D'autre part, la comparaison des courbes cumulatives du sédiment brut et décarbonaté ainsi que l'examen des diagrammes granulométriques globaux et de calcimétrie mettent en évidence un passage graduel entre ces différentes formations : diminution progressive des agrégats indurés dans la fraction sableuse, diminution de la teneur du sédiment en calcaire colloïdal, diminution régulière du pourcentage de carbonates, enfin augmentation parallèle des valeurs de la fraction inférieure à 0,002 mm tant sur sédiment brut que sur sédiment décarbonaté.

Pourtant, l'analyse morphoscopique de la fraction comprise entre 0,50 et 0,70 mm fait apparaître un changement brutal dans la distribution des différents types morphologiques (Pl. 25, n° 2) : alors que dans la couche 13 encore les grains de quartz du type émoussé-luisant représentent 60 % de la fraction considérée, dès la couche 12 on assiste à une augmentation de plus de 20 % de cette catégorie d'usure. Plutôt que le résultat d'un accroissement de la compétence de l'agent de transport, ce qui apparaîtrait dans un meilleur classement du sédiment, or ce n'est pas le cas, nous verrions dans la plus grande usure des grains de quartz des couches 12 et 11 l'action d'un transport par ruissellement régulier, mais sur une plus longue distance que dans le cas des couches précédentes.

5°- La présence des restes d'un plancher stalagmitique (II) témoigne d'un arrêt de sédimentation d'assez longue durée entre le dépôt des couches 11 et 10. A l'exception de deux courbes cumulatives, celles des couches 4 et 9 (Pl. 22), toutes les autres correspondant aux couches 12 à 2 incluses se groupent en une même famille, caractérisée par une montée assez nette sur les fraction granulométriques comprises entre 1 mm et 0,1 mm, c'est-à-dire essentiellement dans le domaine des sables grossiers.

Dans l'ensemble, il s'agit d'un sédiment sablo-argileux d'origine fluviatile, assez bien classé (l'indice d'hétérométrie peut descendre à 0,75), tout à fait analogue à celui des couches 15 à 13 sous-jacentes. Comme dans ces dernières formations, la constitution d'agrégats à ciment calcaire ou organique a contribué à modifier la composition granulométrique et par conséquent l'allure de la courbe cumulative dont la pente s'est affaiblie(*).

Ce point de vue découle en particulier de la comparaison des courbes obtenues sur sédiment brut et sur sédiment décarbonaté. On remarque que dans tous les échantillons analysés (excepté au niveau de la couche 2 qui ne comporte aucune trace de carbonate), le traitement par HCl détruit des agrégats entre les dimensions 2 mm et 0,40 mm. Parallèlement, l'abaissement du taux de colloïdes après décarbonatation signifie qu'il existe à tous les niveaux une part importante de calcaire colloïdal dans le sédiment.

(*) Il faut souligner que ces agrégats indurés stables sont présents dans toutes les couches fossilifères de la grotte de l'Eglise. Le fait qu'ils ne soient dissociables qu'après traitement conjugué à l'acide chlorhydrique et à l'eau oxygénée montre que dans leur composition entrent des carbonates mais également des dérivés de matière humique ou animale. Cette particularité doit être rapprochée de nos observations dans le remplissage holocène de la grotte de Chazelle (Ardèche) où l'existence de niveaux d'habitat prolongé se traduirait par des compositions granulométriques particulières des sédiments bruts, composition se modifiant considérablement sous l'influence de traitements chimiques appropriés (LAVILLE H., NIKITINE S. et THIBAULT Cl., 1969).

A part ceux des couches 4 et 9, les sédiments sont des sables argileux assez proches les uns des autres (Pl. 22). La couche 4 est un sédiment argilo-limoneux, dans laquelle la phase sableuse est grossie par la cimentation d'éléments plus fins. La représentation graphique du résidu insoluble du sédiment correspondant évoque plutôt un faciès de décantation que d'alluvionnement de type fluviatile. La composition granulométrique de la couche 9 témoigne d'une sédimentation irrégulière qui a probablement été alimentée par des venues lointaines de matériaux, comme semble le prouver l'étude morphoscopique.

Comme dans les couches 12 et 11, la catégorie des émoussés-luisants est nettement prépondérante dans tous les prélèvements puisque son taux oscille entre 72 et 82 % (Pl. 25, n° 2). C'est-à-dire que les grains de quartz n'ont subi d'autre façonnement que celui du transport par le cours d'eau souterrain, et encore ce transport s'est-il effectué calmement car les quartz ovoïdes-luisants, caractéristiques de l'usure dans les marmites souterraines, sont très rares.

Au niveau de la couche 9, de nombreuses incrustations rouges d'oxydes de fer affectent un bon tiers des grains de quartz : ceux-ci proviennent vraisemblablement de placages de sables sidérolithiques à la surface du plateau du Conte. De nombreux grains de calcite et de débris d'organismes brisés accompagnent ici les grains de quartz. Ce cortège hétérogène, à rapprocher du caractère mal classé du sédiment, nous paraît lié à des phénomènes de dégels importants.

La fréquence des quartz teintés par les oxydes ferriques diminue ensuite depuis la base de la couche 9 jusqu'au sommet de la couche 7. Ils sont absents à partir de la couche 6.

Si dans les couches 10, 9 et 8 les variations de la teneur du sédiment en carbonates sont liées à la présence de grains de calcite ou de divers débris de calcaire exogène, il n'en est plus de même dans les niveaux sus-jacents où ces variations semblent davantage dépendre de la plus ou moins grande abondance d'agrégats à ciment calcaire. C'est le cas des couches 7 et 5 où l'examen de la fraction sableuse à la loupe binoculaire révèle la présence de nombreux agrégats indurés à ciment calcaire.

6°- La couche 1, surmontant le plancher stalagmitique II, consiste en un sédiment sablo-argileux dont la représentation graphique montre le mauvais classement (Hé = 1,40). Après décarbonatation, on assiste à une forte diminution du pourcentage de colloïdes où la totalité de la composante carbonatée se trouve localisée. Les grains de quartz, parmi lesquels prédominent encore les émoussé-luisants (76 %), portent, comme dans la couche 9, des incrustations ferrugineuses très vivement colorées en particulier dans les cavités : il est donc vraisemblable que la couche 1 a tiré une partie de ses constituants de formations rubéfiées existant sur le plateau du Conte.

Dans l'ensemble de la séquence étudiée, les valeurs du pH mesuré dans H2O varient entre 8,10 et 8,35, celles du ΔpH entre 0,40 et 0,75, sans relation apparente avec les autres données d'analyses.

B - Diverticule I

Les sédiments meubles du diverticule I sont des sables plus ou moins argileux, dont la répartition granulométrique se fait suivant des courbes cumulatives plus redressées dans la moitié supérieure de la coupe (Hé = 0,60 dans la couche 5) que dans la moitié inférieure (Hé = 0,85 dans la couche 10 où l'apport argileux est relativement important et égal à 20 %). Les ressemblances que l'on peut noter avec certaines courbes des sédiments de la galerie principale sont, à notre avis, tout à fait fortuites, la sédimentation s'étant certainement effectuée de façon indépendante dans le diverticule. Toutefois, l'analyse morphoscopique révèle un très fort pourcentage de grains de quartz émoussés-luisants, comparable à celui qui a été mis en évidence dans les niveaux supérieurs de la galerie principale.

Les gravillons de quartz sont surtout bien représentés dans la zone la plus noire de la couche 5. Leur degré d'émoussé , ainsi que leur nombre, sont plus faibles que dans la couche 10.

Les sables noirs doivent leur couleur à une matière organique abondante et qu'il est facile de détruire par un traitement à l'eau oxygénée, vraisemblablement parce qu'elle n'est pas associée à une phase carbonatée. En effet, précisons que les sédiments meubles du diverticule I ne comportent pas de carbonates.

Les valeurs du pH et celles du ΔpH varient de façon aléatoire entre les mêmes limites que celles de la galerie principale.

Aucun indice sérieux ne permet donc de faire des corrélations précises entre le diverticule I et la galerie principale, si ce n'est le plancher supérieur qui paraît être identique, et par conséquent contemporain, du plancher II de la galerie.

C - Grande salle

Le sondage qui a été effectué en 1966 au fond de la grande salle était initialement destiné à retrouver des couches ossifères en place. Il fut descendu jusqu'à la profondeur de deux mètres et ne traversa que des formations sableuses meubles et apparemment azoïques. Par la suite, il apparut qu'une vidange avait eu lieu dans la salle intérieure jusqu'au débouché de la galerie réunissant les deux salles où les couches fossilifères apparaissaient bien en place.

L'étude sédimentologique de trois échantillons du sondage prélevés à 0,80 m, 1,30 m et 2 m a été entreprise dans le but de mettre en parallèle, si possible, ce remplissage récent et la couche 1 qui, dans la galerie, surmonte le plancher stalagmitique II.

Les fractions grossières comportent des gravillons de quartz usés aux profondeurs de - 0,80 m et - 1,30 m. Tout à fait à la base (- 2 m), il n'existe pratiquement plus d'éléments supérieurs à 2 mm.

Au-dessous de cette dimension, les analyses granulométriques ont permis d'obtenir des courbes cumulatives très proches les unes des autres et identiques à celles des couches 2, 6, 7, 8, 10, 11 et 12 du remplissage de la galerie. Elles s'écartent donc très nettement de celle de la couche 1 où le taux d'argile atteint 28 %.

Le degré d'usure des quartz est du même ordre de grandeur que celui que nous avons défini dans les niveaux immédiatement sous-jacents au plancher de la galerie. Aucune coloration vive due aux oxydes de fer n'a été relevée dans les trois prélèvements. Par contre, à la profondeur de - 1,30 m, tous les grains les plus gros portent un enduit blanchâtre usé par le transport fluviatile ; cet enduit ne semble pas calcaire puisque l'essai de dosage des carbonates est resté sans résultat.

Les pH sont un peu moins basiques que dans la galerie : 7,50, 8,05, 7,95 de haut en bas ; les valeurs du ΔpH semblent légèrement supérieures : 0,75, 0,50, 0,70.

Aucune analogie n'apparaît donc entre le remplissage de la grande salle et la couche 1 de la galerie. Il est donc vraisemblable que la vidange de cette salle est postérieure à la couche 1 de la galerie axiale et à plus forte raison, le nouveau remplissage qui lui a succédé.

Nous ne possédons pour le moment aucun élément susceptible de dater ces deux événements avec plus de précision.

En fin de compte, seules les données stratigraphiques et sédimentologiques des dépôts de la galerie principale nous permettent de dégager les grandes lignes de la sédimentation dans le remplissage connu de cette partie de la grotte de l'Eglise.

Quatre coupures majeures, dans la stratigraphie, traduisent quatre arrêts de sédimentation.

- La première coupure se matérialise par un fort concrétionnement (IV), qui se place à la base de la couche 16.

- La deuxième est indiquée par la formation d'agrégats à ciment carbonaté dans les couches 12, 13 et 14 et le concrétionnement de la couche 15, puis par la formation d'un plancher stalagmitique de faible puissance sur la couche 11.

- La troisième se marque par le concrétionnement important qui affecte la couche 7.

- La dernière coupure enfin correspond à l'épais plancher stalagmitique qui recouvre la couche 2.

Cinq ensembles sédimentaires se trouvent ainsi isolés.

1° - Couches 21 à 16

Dans cet ensemble, les données de la granulométrie et de la mophoscopie permettent de distinguer trois séries de niveaux qui sont le reflet de variations mineures au sein d'une même phase sédimentaire.

Couches 21 à 19b : Elles sont caractérisées par une forte teneur en fractions colloïdales, un mauvais classement de la fraction sableuse et la présence de 60 à 70 % de quartz du type sub-anguleux luisant dans la fraction voisine de 0,70 mm. Elles correspondent à un alluvionnement lent et irrégulier.

Couches 19 à 17b : Du point de vue granulométrique, il s'agit d'un sédiment légèrement plus grossier et mieux trié dont la représentation graphique, régulière mais encore nettement concave dans le domaine des sables, est représentative d'un alluvionnement régulier mais de faible compétence. Le façonnement des grains de quartz, encore faible, peut indiquer un transport de courte durée.

Couches 17a à 16 : Elles sont caractérisées par un sédiment plus grossier, dont la courbe cumulative, d'allure plus nettement parabolique dans la fraction sableuse, indique une sédimentation par ruissellement plus soutenu. La modification brutale enregistrée dans la morphoscopie des quartz, dont 70 % sont du type émoussé-luisant, confirme cette interprétation.

Postérieurement à la mise en place de ces niveaux, un arrêt de sédimentation est intervenu favorisant l'occupation de la grotte par les Ours (couche 16) : cette interruption s'est traduite par le lessivage de la couche 16 (moindre teneur du sédiment en carbonates, nature essentiellement colloïdale de ceux-ci) et par l'illuviation au sommet de la couche 17 des carbonates libérés. La plus forte proportion de colloïdes au niveau des couches 17a (base) et 17b pourrait être consécutive aux mêmes phénomènes de lessivage.

2° - Couches 15 à 11

Du point de vue granulométrique, il s'agit d'un matériau en tous points comparable à celui des couches 17a et 16. Les courbes cumulatives du sédiment décarbonaté, donc tel qu'il était avant d'être modifié par les phénomènes de concrétionnement postérieurs à son dépôt, sont d'allure nettement parabolique dans la fraction sableuse et témoignent d'une sédimentation par ruissellement soutenu.

Cependant, les critères morphoscopiques conduisent à distinguer deux phases mineures dans cet ensemble sédimentaire.

Couches 15 à 13 : Les grains de quartz du type émoussé-luisant représentent 60 % de la fraction voisine de 0,70 mm.

Couches 12 et 11 : La même catégorie de grains de quartz atteint ici 80 % de la fraction considérée.

Postérieurement au dépôt de la couche 11, un nouvel arrêt de sédimentation, rendant à nouveau la caverne habitable par les Ours (couche 10), a favorisé le lessivage des sédiments et l'illuviation des sédiments libérés, dans les couches 12, 13, 14 et 15. A cet égard, la comparaison des courbes cumulatives du sédiment brut et décalcifié est particulièrement démonstrative: le traitement par HCl a détruit les agrégats entre les dimensions 2 mm et 0,40 mm. L'augmentation progressive du taux de colloïdes de la couche 13 à la couche 11 pourrait aussi rendre compte de ces phénomènes de lessivage.

3° - Couches 9 à 7

Au niveau de la couche 9, de nombreuses incrustations rouges d'oxydes de fer affectent plus d'un tiers des grains de quartz ; ceux-ci proviennent vraisemblablement des placages de Sidérolithique qui recouvrent les plateaux avoisinants. Ils sont associés à de nombreux débris d'organismes. Ce cortège hétérogène, à rapprocher du caractère mal classé du sédiment, semble refléter des processus de dégels importants.

Les couches 8 et 7 se groupent ensuite en un même ensemble, si l'on fait abstraction de la présence d'agrégats à ciment carbonaté dans la couche 7 : le sédiment bien classé et dans lequel prédominent les grains de quartz du type émoussé-luisant, s'est déposé dans des conditions identiques à celles qui ont présidé au dépôt des couches immédiatement sus-jacentes.

Un nouvel arrêt de sédimentation est ensuite intervenu, permettant une nouvelle incursion des Ours (couche 7) et entraînant le concrétionnement des sédiments.

4° - Couches 6 à 2

Plusieurs phases mineures doivent être distinguées dans cet ensemble.

Couches 6 et 5 : Elles sont caractérisées par un sédiment de même composition granulométrique que celui des couches sous-jacentes ; le degré d'usure des grains de quartz est également identique.

Couche 4 : Il s'agit d'une formation argilo-sableuse dont la courbe cumulative évoque plutôt un faciès de décantation que d'alluvionnement de type fluviatile.

Couches 3 et 2 : Elles sont formées d'un sédiment mieux classé, comparable à celui des couches 6 et 5. La seule différence notable consiste en une forte proportion d'agrégats à ciment calcaire dans la couche 3 et en l'absence totale d'une composante carbonatée dans la couche 2 : c'est la conséquence de phénomènes de lessivage qui sont intervenus après la mise en place de la couche 2. Ces phénomènes de lessivage sont les premières manifestations de l'arrêt de sédimentation qui a conduit à la formation du plancher stalagmitique scellant le remplissage dans toute la grotte.

5° - Couche 1

Elle consiste en un sédiment sablo-argileux mal classé ; la présence, en très grand nombre, de grains de quartz portant des incrustations ferrugineuses, indique que cette couche a tiré une partie de ses constituants du Sidérolithique.

III - ATTRIBUTION CHRONOLOGIQUE

Nous sommes en présence, dans la grotte de l'Eglise, d'un type de remplissage alluvial concernant une partie de la galerie éloignée du débouché du réseau karstique.

Les actions cryoclastiques y sont forcément nulles et les actions pédogénétiques très atténuées. Il nous est par conséquent impossible, en l'absence des arguments géologiques habituellement proposés dans l'interprétation des remplissages d'entrées de grottes, d'avancer une datation des dépôts connus dans celle-ci.

Nous emprunterons donc à F.PRAT les arguments d'ordre paléontologique susceptibles d'assigner au remplissage de la grotte de l'Eglise, une position précise dans la chronologie du Pléistocène.

Rappelons que dans la galerie principale, le remplissage contient à différents niveaux de nombreux restes d'Hemitragus, de de Canis etruscus et d'Ursus deningeri (*) ; dans le diverticule, seuls sont représentés Hemitragus et Ursus deningeri.

a.- Si l'on en croit F.PRAT, la présence du Thar (Hemitragus), animal de montagne, pourrait avoir une signification comparable à celle que l'on donne habituellement à l'existence de vestiges de Bouquetin dans certaines stations périgourdines du Pléistocène supérieur : elle indiquerait une période froide.

(*) Il convient de rappeler ici qu'une publication de E. HARLE et H.G.STEHLIN, parue en 1913, fait état de la découverte, dans une des cavités situées quelques centaines de mètres en amont de la Grotte de l'Eglise, de silex taillés et d'ossements comprenant Hemitragus et selon toute vraisemblance Canis etruscus et Ursus deningeri. Ces vestiges étaient inclus dans un plancher stalagmitique encore visible aujourd'hui et dans un sable consolidé situé au-dessous de celui-ci. Cette disposition n'est pas sans rappeler ce que nous avons observé à la Grotte de l'Eglise.

b.- Les recherches de C.SUIRE (1969) ont permis d'établir que, comme dans le Sud-Est de la France (BONIFAY M.F., 1968), Canis etruscus aurait été remplacé par un type de plus grande taille, Canis lupus lunellensis, durant l'interglaciaire Mindel-Riss. Des loups de plus grande taille encore auraient enfin succédé à ce type pendant la glaciation rissienne. C'est donc dire que Canis etruscus serait caractéristique des faunes mindéliennes.

c.- La période au cours de laquelle Ursus deningeri a évolué en Europe occidentale englobe au moins le Mindel et l'interglaciaire Mindel-Riss.

Se fondant sur la persistance de troisièmes prémolaires aux machoires supérieures de l'Ursidé de la grotte de l'Eglise, F.PRAT conclut que celui-ci ne peut être considéré comme une forme tardive de l'espèce.

d.- A la grotte de l'Escale et à Hundsheim, l'association Hemitragus, Canis etruscus, Ursus deningeri que M.F. BONIFAY (1968) tient pour caractéristique, daterait du Mindel supérieur.

Ce qui précède conduit donc F. PRAT à penser que les strates fossilifères de la grotte de l'Eglise, sous le plancher II de la galerie principale et sous celui du diverticule I se sont également formés pendant le Mindel supérieur.

Les données de la sédimentologie ne vont pas à l'encontre de cette interprétation, au contraire.

Les arrêts de sédimentation indiqués dans le remplissage par des phénomènes de concrétionnement et de lessivage, ainsi que les faibles fluctuations traduites dans la granulométrie et la morphoscopie, nous semblent en effet trop peu marqués pour correspondre à des manifestations interstadiaires. Les uns et les autres ne représentent vraisemblablement que des oscillations de faible amplitude à l'intérieur d'un même stade glaciaire.

Le plancher stalagmitique extrêmement épais par endroit et dans lequel s'intercalent des niveaux sableux ou argileux,ainsi que des stalagmites et stalactites brisées réincorporées à la masse cristalline, représente, sans aucun doute, une manifestation locale de l'interglaciaire Mindel-Riss.

*

* *

C H A P I T R E II

LA GROTTE DU PECH-DE-L'AZE

Le Pech-de-l'Azé est l'une de ces buttes de calcaire coniacien interprétées par P. FÉNELON comme des paléoformes d'érosion karstique et qui constituent l'une des originalités morphologiques du Sarladais.

Elle est située dans la commune de Carsac, à 5 km environ à l'Est de Sarlat sur le côté gauche de la route qui mène de Sarlat à Gourdon (Pl. 12).

Son flanc Sud constitue l'un des versants d'une petite vallée sèche qui rejoint l'Enéa, affluent en rive droite de la Dordogne.

A mi-hauteur du versant, soit à une cinquantaine de mètres environ au-dessus du fond de la vallée, deux ouvertures apparaissent au front de l'abrupt rocheux ; elles correspondent à deux débouchés d'une même galerie, la grotte du Pech-de-l'Azé, recoupée tangentiellement par l'évolution du versant (Pl. 26).

- La première de ces ouvertures ou Pech-de-l'Azé I, orientée au Sud-Est, est prolongée par un abri effondré orienté plein Sud.
- La seconde ou Pech-de-l'Azé II s'ouvre au Nord-Ouest à 75 mètres environ en amont et se prolonge par un abri d'orientation Ouest - Sud-Ouest.

A une vingtaine de mètres au Nord du Pech-de-l'Azé II s'ouvre la petite grotte du Pech-de-l'Azé III qui correspond vraisemblablement à un diverticule de la grotte principale, avant que celle-ci n'ait été égueulée par l'enfoncement de la vallée.

Le Pech-de-l'Azé IV enfin est un abri effondré situé à une centaine de mètres en aval du Pech-de-l'Azé I.

Nous n'aborderons dans ce chapitre que l'étude des gisements du Pech-de-l'Azé I et du Pech-de-l'Azé II. La grotte du Pech-de-l'Azé III a été remblayée à l'issue des travaux qu'y a effectués F.BORDES en 1953. Quant au Pech-de-l'Azé IV, les fouilles n'y sont pas encore suffisamment avancées pour que nous puissions interpréter valablement les résultats d'analyses que nous avons acquis jusque là.

La grotte du Pech-de-l'Azé fut visitée et "fouillée" en 1916 par J.JOUANNET et en 1828 par l'Abbé AUDIERNE (FEAUX M., 1908) et constitue donc l'un des "Hauts-Lieux" de la Préhistoire. Entre ces toutes premières observations et celles de L. CAPITAN et D.PEYRONY en 1909 qui y découvrirent un squelette d'enfant, le remplissage du Pech-de-l'Azé I, seule partie du site connue alors, fut l'objet de multiples prospections, dont celles de E. LARTET et H. CHRISTY (1864).

En 1929, R.VAUFREY y reprit des fouilles et rassembla ses observations en une note préliminaire qu'il publia en 1933.

De nouveaux travaux furent entrepris au Pech-de-L'Azé I par F.BORDES et M. BOURGON entre 1949 et 1951. C'est au cours de cette période que ces deux chercheurs découvrirent le second gisement de la grotte, le Pech-de-l'Azé II en 1949 et,en 1951, le Pech-de-l'Azé III. Il y conduisirent des fouilles simultanément à celles du Pech-de-l'Azé I jusqu'en 1953 (BORDES F. et BOURGON M., 1950 et 1951 ; BORDES F.,1954).

Après une interruption de 14 ans, de nouvelles fouilles furent entreprises au Pech-de-l'Azé II sous la direction de F.BORDES en 1967 ; elles se déroulèrent en trois campagnes successives jusqu'en 1969.

Enfin la dégradation du remplissage du Pech-de-l'Azé I par les intempéries et par les fouilleurs clandestins imposa l'implantation d'un nouveau chantier dans ce secteur en 1970.

ETUDE DU PECH-DE-L'AZE II

Le gisement du Pech-de-l'Azé II correspond à l'ouverture amont de la grotte. Il se compose d'une salle d'assez vaste dimension (Pech-de-l'Azé IIa), de 25 mètres de long environ, limitée vers le Sud-Est par une étroiture qui mène à l'autre extrémité de la galerie. Le porche de 6 mètres de large, d'orientation Nord-Ouest, se prolonge vers l'extérieur par un abri orienté Ouest - Sud-Ouest (Pech-de-l'Azé IIb) (Pl. 26).

Lors de la découverte du Pech-de-l'Azé II par F.BORDES et M.BOURGON en 1949, seule une étroite ouverture entre deux gros blocs indiquait la présence d'un second débouché sur l'extérieur. Un cône d'éboulis,incliné vers l'intérieur de la grotte et modelé par des phénomènes d'érosion, s'élevait au-dessus du sol de la galerie.

Les travaux de fouilles limités qui se succédèrent en 1949, 1950 et 1951,donnèrent lieu à la publication d'une première interprétation stratigraphique dont nous résumerons ici l'essentiel (BORDES F. et BOURGON M., 1951).

S - Sol moderne.

1 - Formation sableuse jaunâtre avec petits éboulis anguleux, de 1,20 à 1,40 m d'épaisseur.
Subdivisée en 1a : quelques éclats de silex.
1b : à peu près stérile.
1c : quelques outils de facture moustérienne.

2 - Sable rougeâtre avec éboulis : 0,50 m.

3 - Argile sableuse rougeâtre avec industrie moustérienne (0,50 m).

4 - A l'intérieur de la grotte IIa, niveau de cendres et d'éboulis de 0,20 m d'épaisseur. Industrie moustérienne.

5 - Sol polygonal avec, à l'intérieur des polygones, des éboulis arrondis et des fragments de silex concassés.
Immédiatement dessous se trouvait un niveau de plaquettes calcaires (base de la couche 5 : 0,70 m).

6 - Limon rougeâtre avec pseudo-mycelium et gros éboulis arrondis (0,40 m).
Au sommet : quelques silex taillés et des dents de Chevaux.
Plus bas : niveau archéologique riche avec faune abondante (Cheval, Bovidés, Cerf, Ours, Loup, etc.).

7 - Limon sableux rougeâtre, prenant parfois une teinte verdâtre (0,10 à 0,15 m) avec industrie et faune identique à celle de 6, accompagnée ici de Rhinoceros de Merck.

8 - Limon rougeâtre avec éboulis arrondis, silex et faune identique à celle de 7.

9 - Eboulis arrondis dans sables jaunâtres avec silex (dont un biface) et faune comparable à celle de 7 (0 à 0,25 m).

10 - Sables jaunes stériles.

Au vu des caractéristiques de l'outillage, l'industrie de la couche 9 fut attribuée à de l'Acheuléen et, par comparaison avec celle des niveaux inférieurs du gisement de la Micoque, l'industrie des couches 8, 7 et 6 fut assimilée à un "Pré-moustérien".

La présence de Rhinoceros de Merck associé à une faune "indifférente" conduisirent F. BORDES à dater l'ensemble des couches 9 à 6 du dernier interglaciaire (BORDES F. et BOURGON M., 1951), les couches 5 à 1 contenant des industries moustériennes étant rapportées à la glaciation würmienne.

Les fouilles de 1952 apportèrent de nouvelles précisions stratigraphiques (Pl. 27) et amenèrent F.BORDES à reconsidérer sa première interprétation. En accord avec les connaissances du moment et conformément aux arguments développés par H. WARREN (1951) concernant les caractéristiques typologiques de l'outillage clactonien, l'industrie des couches 8, 7 et 6, sans biface mais à choppers et chopping-tools nombreux, fut attribuée au Clactonien.

Il devint par ailleurs évident que la texture plus argileuse des couches 8 et 6 ainsi que leur coloration rougeâtre étaient le résultat de phénomènes pédogénétiques. La séquence correspondant aux couches 9 à 6 fut alors datée de la glaciation rissienne en dépit du caractère "chaud" de la faune, la pédogénèse ayant affecté les couches 9 et 8 étant considérée comme une manifestation interstadiaire et le sol plus épais développé sur les couches 7 et 6 étant daté de l'interglaciaire Riss-Würm (BORDES F., 1954 ; BORDES F. et PRAT F., 1965).

Pourtant, alors que dans d'autres régions et en particulier dans les loess du Bassin parisien, les dépôts d'âge rissien indiquaient la succession de trois stades séparés par deux interstades (BORDES F., 1953), au Pech-de-l'Azé II, seuls deux de ces stades étaient représentés, l'un correspondant aux couches 9 et 8, l'autre aux couches 7 et 6.

Lors des travaux de fouilles de 1967 à 1969, la nouveauté en matière de stratigraphie fut la découverte dans la grotte (Pech-de-l'Azé IIa) d'un autre dépôt, intercalé entre les couches 6 et 5. Ce dépôt de nature essentiellement cryoclastique et présentant des caractéristiques texturales et morphologiques identiques à celles de formations qui, dans le gisement de Combe-Grenal avaient été datées du Riss III (BORDES F., LAVILLE H. et PAQUEREAU M.-M., 1966) pouvait représenter le troisième sta de la glaciation rissienne ; dans ces conditions, les couches 9 et 8 étaient attribuables au Riss I, les couches 7 et 6 au Riss II.

Cette interprétation trouva confirmation dans les résultats des analyses sédimentologiques et palynologiques (BORDES F. et coll., 1969, LAVILLE H., 1969a, PAQUEREAU M.-M., 1969a).

I - STRATIGRAPHIE - ETUDE DESCRIPTIVE DU REMPLISSAGE

Les témoins stratigraphiques conservés à l'issue des derniers travaux de fouilles s'étendent du Nord au Sud du gisement sur un front de 20 m et de l'Ouest vers l'Est sur une longueur de 5 m environ.

Afin de faciliter l'exposé de nos observations, nous nous réfèrerons essentiellement à six coupes stratigraphiques correspondant à autant de secteurs dans lesquels nous avons prélevé des échantillons pour analyses sédimentologiques (Pl. 26).

- La coupe n° 1 est une coupe frontale, de direction Nord-Ouest - Sud-Est, que nous avons levée et décrite en cours de fouilles, dans la zone externe de l'abri (Pl. 28).

- La coupe n° 2, de même orientation, montre les dépôts deux mètres en arrière de la précédente (Pl. 29 et 30).

- La coupe n° 3 constitue le prolongement Sud de la coupe n° 2. Les dépôts correspondants se situent à l'aplomb du porche actuel de la grotte (Pl. 31 et 32).

- La coupe n° 4, également frontale, prolonge la précédente à l'intérieur de la salle IIa (Pl. 33).

- La coupe n° 5, de direction Nord-Est - Sud-Ouest est perpendiculaire à l'axe du gisement et constitue la limite Nord de la tranchée de fouilles (Pl. 34).

- La coupe n° 6 enfin correspond aux dépôts les plus profonds du remplissage (Pl. 35).

Couches 1 - 2A - 2B - 2C

Epais.max. : 2 m

Dans le secteur du gisement où elles ont été décrites par F. BORDES à l'issue de ses premières fouilles, il s'agissait de "sables jaunâtres, mêlés d'éboulis anguleux avec traces d'industries moustériennes". Ces formations ayant été évacuées avant notre intervention, nous n'avons pu procéder à leur étude.

Dans la zone nord du gisement existe un dépôt sablo-argileux qui fait suite, sans discontinuité apparente, au remplissage des fissures qui interrompent le toit de l'abri à cet endroit (Pl. 34). Il s'agit d'un sable fin, argileux, de couleur brun-rouge (H34), de structure particulaire à grenue fine, dans laquelle apparaissent, vers le bas, quelques ilôts de texture moins argileuse et de couleur plus claire (F42) à contours nets, parfois anastomosés, pouvant correspondre à des zones de lessivage préférenciel autour de racines. A la base, sont également visibles les éboulis de roche calcaire, généralement volumineux, à angles vifs, qui passent progressivement à une formation plus grossière, que ses caractéristiques permettent de rapprocher de la couche 2E telle qu'elle se présente sur la coupe frontale n° 2. L'ensemble de ces dépôts correspond vraisemblablement aux couches 1, 2A, 2B et 2C décrites par F.BORDES, en partie altérées dans ce secteur du gisement.

Couche 2D

Epais.max. : 0;30 m

Cest un sédiment sablo-limono-argileux de couleur brune (E64), friable à l'état sec, de structure grenue à grumeleuse fine, contenant de rares éboulis calcaires émoussés, de faible diamètre. Localement, et plus particulièrement à l'aplomb du porche de la grotte, apparaissent des zones blanchâtres, faiblement indurées par un concrétionnement de nature carbonatée.

Couche 2E

Epais.max. : 0,35 m

Formation homogène mais aux limites imprécises, caractérisée par la présence de blocs de 20 à 30 cm de diamètre, aux angles généralement vifs. Ces éléments sont associés à de nombreux éboulis de plus faible dimension, également anguleux, ainsi qu'à de nombreux granules et graviers de roche calcaire. Le sédiment interstitiel qui demeure relativement abondant sur toute l'épaisseur du dépôt, est un sable argilo-limoneux brun (E64). Sa structure est grumeleuse fine. Sa consistance est légèrement plus ferme que celle du dépôt sus-jacent.

Couche 2F

Epais.max. : 0,30 m

Eboulis calcaires de plus faible diamètre, mieux calibrés, généralement plats. Le contexte est un sable argilo-limoneux de couleur brune (E64), de structure grenue fine, de consistance friable.

Couche 2G1

Epais.max. : 0,20 m

Sur la coupe sagittale (Pl. 34), elle se présente comme une formation homogène de sable faiblement argileux de couleur brune, de structure grenue à grumeleuse fine, englobant quelques éboulis de faible diamètre.

Dans la zone moyenne de l'abri (coupes n° 1, Pl. 28 , 2, Pl. 29 et 3 Pl. 31 et 32), le sédiment qui conserve une texture globale identique à celle qui caractérise le dépôt dans la zone Nord, s'enrichit progressivement en graviers vers le bas. Ces éléments sont des débris de silex désilicifiés ; ils forment localement un horizon continu à la base de la couche.

Couche 2G2

Epais.max. : 0,20 m

Dans la zone Nord du gisement (coupe n° 5, Pl. 34), cette couche correspond à un alignement discontinu de blocs calcaires d'assez forte dimension, relativement émoussés, inclus dans un sable faiblement argileux de couleur brune (E64). Elle évolue vers le Sud (coupe n° 1, Pl. 28) en une formation d'éboulis plus petits et plus dispersés dans un sédiment sablo-argileux identique à celui qui constitue le sédiment interstitiel de la même couche dans le secteur Nord. Elle tend à disparaître à l'extrême Sud du remplissage où seule la présence de lentilles de graviers allochtones permet de différencier la couche 2G1 de la couche 2G3 immédiatement sous-jacente.

Couche 2G3

Epais.max. : 0,20 m

Sur la coupe n° 5 (Pl. 34), cette couche se présente comme un dépôt homogène de sable faiblement argileux de couleur brune (E64) à brun-jaune (E63) ,de structure grenue fine, de consistance friable. Quelques éléments calcaires de faible diamètre très dispersés et extrêmement friables apparaissent à l'intérieur de cet ensemble. Dans les coupes n° 1 et 2 (Pl. 28 et 29), la même formation évolue en un sédiment de texture un peu plus grossière dans lequel sont visibles des éléments calcaires plus nombreux.

Les couches 2G1 et 2G3 correspondent aux couches 2G et 2G' telles qu'elles avaient été définies précédemment (BORDES F. et coll., 1969 ; BORDES F., 1972). L'introduction d'une subdivision stratigraphique supplémentaire est justifiée par les caractéristiques sédimentologiques des dépôts correspondants.

Chacune de ces couches contient un outillage lithique dispersé et peu abondant, correspondant à des habitats sporadiques: Moustérien de type Ferrassie.

Couche 3

Epais.max. : 0,30 m

Il s'agit d'une formation d'épaisseur et de texture variables très nettement individualisée sur l'ensemble du gisement.
Dans la zone Nord (coupe n° 5, Pl. 34) elle apparaît comme un alignement discontinu de blocs calcaires disposés suivant un léger pendage de direction Sud-Ouest.
Ces éléments très volumineux à l'avant de l'abri (certains atteignent 0,50 m) et relativement nombreux, deviennent progressivement plus dispersés et plus petits vers l'arrière au fur et à mesure que la couche diminue d'épaisseur. Ils sont généralement très émoussés et présentent une face supérieure très altérée ; ils sont accompagnés de cailloux de plus faible diamètre, de forme polyédrique.
Au sommet de la couche, et plus particulièrement dans la zone Ouest de la coupe, des éléments calcaires de petite dimension très émoussés et totalement arrondis comblent les dénivellations qui existent entre les blocs les plus gros. Un concrétionnement carbonaté affecte le sommet du dépôt.

Les caractéristiques texturales de la couche 3 telle qu'elle se présente sur le front des coupes n° 2 et 3 (Pl. 29, 31, 32) différent fondamentalement de celles qui individualisent la même couche sur la coupe sagittale. Pourtant la position des dépôts correspondants par rapport aux formations qui les encadrent, leur altitude relative par rapport au nivellement de référence du gisement, les caractéristiques de l'outillage lithique qui leur est associé, permettent de rapporter à la couche 3 un mince dépôt de texture plus fine qui s'individualise nettement par une coloration jaunâtre caractéristique.

Du Nord au Sud des coupes frontales, les blocs calcaires tendent à disparaître ; quelques rares éléments calcaires très altérés subsistent cependant dans un contexte sableux faiblement argileux de couleur brun-jaune clair (D74) localement concrétionné (coupe n° 2, Pl. 29). De minces lentilles de graviers calcaires limitent localement le sommet et la base de la couche (secteur n° 1, Pl. 28).

Sur la coupe n° 3 (Pl. 31, 32) les cailloux disparaissent; seule une coloration plus claire du sédiment sur une épaisseur de 0,05 m permet de situer la couche 3.

L'industrie associée à la couche 3 est relativement riche ; il s'agit de Moustérien typique.

Couche 4

Epais.max. : 0,65

Sur la coupe n° 5 (Pl. 34), elle se présente comme une formation homogène de sable argileux de couleur brun-rouge , de structure grumeleuse.

Sur les coupes frontales elle se compose de 3 ensembles.

Niveau 4A : 0,15 m

Sable argileux brun foncé (F54), passant vers le bas à une coloration brun vif (E56). Le sédiment est de structure grenue à grumeleuse fine ; il est faiblement plastique à l'état humide.

Contient deux niveaux archéologiques très pauvres, numérotés 4A1 et 4A2 : Moustérien typique probable.

Niveau 4B : 0,20 m

C'est également un sable argileux de couleur brun-rouge (F52) mais auquel la présence d'une phase argileuse plus abondante confère une plus grande cohésion ; le sédiment est très ferme à l'état sec, plus franchement plastique à l'état trempé ; la structure est sub-anguleuse à anguleuse, moyennement développée.

Contient un niveau archéologique riche de Moustérien à denticulés.

Niveau 4C : 0,30 m

Au sommet, dépôt brun-rouge (F52), présentant les caractéristiques texturales identiques à celles du niveau 4B (niveau 4C1).

A la base, dépôt hétérogène dans lequel se trouvent superposés des lits de sable argileux brun foncé (J32), de minces horizons d'argile plastique finement stratifiée brun-rouge foncé (F54) et des lentilles de graviers et de petits éboulis calcaires émoussés.

Contient un niveau archéologique assez riche (4C2) : Moustérien typique.

Couche 4D

Epais.max. : 0,20 m

Dépôt continu, mais d'épaisseur et de disposition variables, composé de petits éléments calcaires (cailloux et graviers) très émoussés et parfois totalement arrondis, associés à un sable peu argileux de couleur gris foncé (F10 à J10), faiblement concrétionné.

A l'extrémité Ouest de la coupe sagittale (coupe n° 5, Pl. 34), ce dépôt est particulièrement bien développé ; il comble les dénivellations du sommet de la couche sous-jacente et apparaît disposé en "cellules" nettement individualisées. Il devient progressivement moins épais vers le fond de l'abri et n'est plus représenté que par quelques cailloux et graviers arrondis. Sur les coupes frontales, la même couche se présente comme un dépôt continu et homogène de petits cailloux et de graviers arrondis, inclus dans un contexte sablo-argileux gris foncé (F10) cimenté par un concrétionnement lacuneux friable.

Contient sur toute son étendue des silex à pseudo-retouches alternes épaisses dans lesquelles on reconnaît le résultat de phénomènes de cryoturbation. En quelques secteurs privilégiés, et plus particulièrement à proximité des parois de l'abri, ce dépôt contient des silex moins concassés,que leurs caractéristiques permettent de rapporter à du Moustérien typique.

Couche 5

Epais.max. : 0,75 m

Il s'agit d'un ensemble complexe de nature essentiellement cryoclastique.

Deux unités peuvent y être distinguées.

Un ensemble supérieur formé de plaquettes redressées et disposées en "nids de pierres". Les différentes cellules ainsi formées sont de taille variée : certaines atteignent près d'un mètre de diamètre (Pl. 30). Elles contiennent des éléments calcaires mal calibrés, très émoussés, parfois arrondis mais peu altérés. Dans la zone moyenne de l'abri où ces structures

sont le mieux représentées, il n'existe pas de sédiment fin entre les éboulis ; seul un mince enduit argileux localisé au pourtour des éboulis confère au dépôt une teinte générale rougeâtre.

L'ensemble inférieur est constitué de plaquettes calcaires de tous calibres, associées à un sédiment sableux brun pâle (C61). Cet ensemble paraît avoir été perturbé sur toute son épaisseur par les mêmes phénomènes cryergiques que ceux qui, au sommet du dépôt, ont conduit à la formation de guirlandes de cryoturbation. Les éboulis y sont disposés de façon désordonnée, le matériau apparaît localement broyé ; la base du dépôt elle-même est fortement ondulée. Des fragments et même des blocs de stalactites accompagnent les éboulis de roche calcaire sur toute l'épaisseur de la couche.

Couche X

Epais.max. : 1 m

Dans toute la zone externe du gisement (coupes n° 5,1,2, Pl. 34, 28, 29) la couche 5 est superposée à un dépôt argilo-limono-sableux dénommé couche 6.

Dans la zone Sud de la coupe n° 3 (Pl. 31 et 32), donc aux environs de l'aplomb du porche de la grotte IIa, il s'intercale entre la couche 5 et la couche 6 une formation d'éboulis calcaires associés à une matrice argilo-sableuse brun-rouge mais que ses caractéristiques différencient nettement de la couche 6 sous-jacente.

Cette formation que nous appellerons "couche X" s'épaissit progressivement du Nord au Sud de la coupe n° 3 et remplace progressivement la couche 5. Elle prend son ampleur maximale au niveau de la coupe n° 4 (Pl. 33) où elle atteint près d'un mètre d'épaisseur. Dans cette zone, la couche X se présente en trois unités distinctes.

Au sommet, il s'agit d'un empilement de plaquettes calcaires de fort diamètre, aux arêtes vives, mais que n'accompagne aucun sédiment interstitiel. Ces plaquettes présentent généralement une face supérieure altérée ; la face inférieure par contre apparaît plus fraîche ; elle est recouverte d'une mince pellicule d'argile brun-rouge foncé (H43) à laquelle adhèrent des corpuscules argileux de même couleur.

La zone moyenne de la couche est presqu'exclusivement composée de dalles calcaires de forte dimension (certaines atteignent près de deux mètres de longueur), disposées horizontalement, généralement gélivées et fissurées. Vers le Nord de la coupe,ces dalles, plus fortement gélivées, font place à des éléments plus petits, jointifs, liés par un sédiment interstitiel plus abondant.

La base de la couche enfin est composée d'éléments calcaires plus dispersés et plus émoussés. Ces éléments sont associés à un sable argileux brun-rouge (H43), plastique à l'état humide, très dur à l'état sec.

Couches 6 et 7

Lors de ses premières publications, F.BORDES avait appelé "couche 6", une formation de texture argileuse rougeâtre et "couche 7", un dépôt plus sableux de couleur jaunâtre.
Il s'est révélé, lors de la poursuite des fouilles,que les propriétés texturales et colorimétriques utilisées pour différencier ces dépôts, caractérisaient en réalité les différents horizons d'un paléosol développé sur deux dépôts superposés mais aux limites imprécises.
La pédogénèse ayant atteint les dépôts correspondants plus ou moins profondément selon les secteurs du gisement et s'étant de ce fait manifestée par la formation d'un horizon illuvial plus ou moins développé, affectant parfois les deux dépôts superposés, il devint nécessaire que la dénomination

"couche 6" et "couche 7" fut strictement réservée aux seuls dépôts géologiques correspondants. D'une manière générale, la couche 6 se caractérise par la présence d'éboulis calcaires, accompagnés de fragments de stalactites.
La couche 7 au contraire est essentiellement composée de sédiment sableux, auquel s'ajoutent vers le bas, quelques éboulis émoussés.
Le paléosol que supportent la couche 6 et le sommet de la couche 7 est un sol tronqué dont les différents horizons peuvent être décrits comme suit.

Horizon B2 : Epaisseur : 0,35 à 0,55 m

Argile sablo-limoneuse de couleur brun-rouge (F43) contenant généralement des éboulis altérés et émoussés et de nombreux éléments fantômes. Le sédiment est plastique et collant à l'état trempé, ferme à l'état humide, rès dur à l'état sec. Structure polyédrique moyenne, bien développée ; revêtements pelliculaires nombreux sur les éléments structuraux, devenant néanmoins de moins en moins abondants et de moins en moins nets vers le bas.
Limite inférieure distincte, ondulée.

Horizon B3 : 0,10 à 0,15 m

Sédiment argilo-sablo-limoneux de couleur rouge-jaune (F46) passant progressivement à la base à un sable argileux faiblement limoneux brun foncé (F54). Structure encore polyédrique ou sub-anguleuse au sommet devenant seulement grumeleuse grossière à la base. Sédiment plus friable, peu plastique. Contient dans sa masse quelques éboulis émoussés peu abondants et plus petits ainsi que quelques éléments fantômes. La limite de cet horizon est graduelle et ondulée. Elle peut correspondre localement à la limite inférieure de la couche 6; ailleurs ces deux limites apparaissent indépendantes.

Horizon C : Epaisseur 0,10 à 0,20 m

Sédiment sableux, faiblement argileux, de couleur brun vif, de structure grenue à grumeleuse fine, friable. Contient de très rares éboulis. On remarque sur toute l'épaisseur de cet horizon, ainsi d'ailleurs que dans l'horizon B3, la présence de taches de couleur noirâtre ou rouille, aux contours diffus ou nets, dans lesquelles on peut reconnaître des manifestations d'hydromorphie.
La limite inférieure de l'horizon C coïncide le plus souvent avec celle de la partie supérieure de la couche 7, que nous dénommerons niveau 7A. Cette limite est d'autre part localement soulignée par une plus forte induration du sédiment et même, en quelques secteurs,par un concrétionnement du dépôt.

Sous-jacent à ce niveau 7A se place un dépôt de texture sableuse plus argileuse que précédemment, de consistance ferme, de structure grumeleuse moyenne et de couleur brun-jaune, auquel sont associés quelques éboulis de roche calcaire émoussés: il s'agit du niveau 7B.

Bien que dans notre étude de la zone moyenne du remplissage de l'abri (coupe n° 1) nous ayions déjà individualisé deux dépôts légèrement différents à l'intérieur de la couche 7, le caractère diffus de leurs limites dans ce secteur et surtout le manque d'éléments de comparaison nous avaient conduit à négliger cette distinction dans l'étude descriptive sommaire et dans le lever stratigraphique schématique que nous avons donnés en 1969 (in BORDES F. et coll., 1969).

Au niveau de la coupe n° 2 (Pl. 29), la distinction entre les niveaux 7A et 7B n'a pu être établie que par un examen minutieux du profil stratigraphique, le niveau 7A étant peu développé dans ce secteur ; il en est de même sur la coupe sagittale n° 5 (Pl. 31) où la limite entre les deux niveaux est en partie masquée par les phénomènes de pédogénèse qui sont intervenus après la mise en place de la couche 6 ; dans ce secteur, la couche 6 telle que nous l'avons définie précédemment est peu épaisse et l'horizon d'accumulation du paléosol se développe sur toute l'épaisseur de la couche 7.
Dans la coupe n° 3 (Pl. 32) par contre la limite entre les deux niveaux est brutale et très irrégulière ; on y reconnaît le résultat de déformations cryergiques. Le niveau 7B, très nettement individualisé par une coloration plus sombre, est d'autre part souligné vers le haut par de minces lisérés noirâtres qui s'étirent en épousant les sinuosités du sommet du niveau.

Le paléosol que supportent la couche 6 et le niveau 7A, bien que plus ou moins épais et diversement développé, est visible sur tout le front des coupes étudiées dans l'abri. Il est encore bien perceptible sur quelques mètres à l'intérieur de la grotte, mais disparaît ensuite assez rapidement. La couche 6 comporte à son sommet un niveau archéologique pauvre, rapporté par F.BORDES à une industrie acheuléenne.
La couche 7 contient deux niveaux archéologiques plus riches ; l'un se situe au sommet de la couche, l'autre à la base. L'industrie appartient à un acheuléen de faciès méridional (BORDES F., 1971).

Couche 8

Epais.max. : 0,30 m

Il s'agit d'une formation d'éboulis généralement volumineux, très émoussés, dans un contexte sablo-argileux de teinte générale brun-jaune foncé à brun rouge.
On y distingue les différents horizons d'accumulation d'un paléosol.

Horizon B1 : 0,05 à 0,10 m

Sédiment sableux faiblement argileux, de structure grumeleuse, de consistance ferme par la présence d'un faible concrétionnement. Sa couleur est brun-jaune foncé (F64). Présence de quelques éboulis fantômes et de rares éboulis cohérents de faible diamètre.

Horizon B2 : 0,20 m

Sédiment sablo-argileux, de structure grumeleuse grossière à sub-anguleuse moyenne, faiblement développée, de couleur brun-jaune foncé (F64) à brun-rouge (F42) avec éboulis plus abondants, plus volumineux, très émoussés.
L'horizon C correspond généralement au sommet de la couche 10, sur laquelle la couche 8 repose directement dans la plus grande partie du gisement. Le concrétionnement qui affecte localement la couche 10 dans ses premiers centimètres peut représenter l'horizon calcique du paléosol.

Ce paléosol est également visible sur tout le front des coupes étudiées et peut être suivi dans la grotte jusqu'à la paroi sagittale que constitue la limite Sud de la tranchée de fouilles ; il perd cependant progressivement de son ampleur et la coloration rougeâtre qui le caractérise tend à disparaître. Seule une plus forte humidité du sédiment souligne la présence d'un horizon plus argileux dans un contexte essentiellement sableux.
L'industrie associée à ce dépôt a également été assimilée par F.BORDES à un Acheuléen de faciès méridional.

Couche 9

Epais.max. : 0,15 m

Elle était localisée dans la zone la plus externe de l'abri et formait "une lentille s'amincissant à droite et à gauche et d'avant en arrière" (BORDES F., 1951) (Pl. 27). Dans la seule zone où nous l'avons étudiée (0,50 m environ en avant de la coupe n° 1), la couche 9 était composée d'éléments calcaires arrondis, généralement soudés entre eux par un concrétionnement carbonaté. Dans les zones non concrétionnées, le sédiment interstitiel se présentait comme un sable faiblement argileux brun clair (D74) à brun vif (E68).

Contient une industrie concassée, de facture acheuléenne.

Le niveau archéologique correspondant se poursuit dans la grotte où il sépare les premiers éboulis de la couche 8 de la couche 10 sous-jacente.

Couche 10

Epais.max. : 5,80 m

Son sommet constitue le terme le plus profond du remplissage mis au jour par les travaux de fouilles. Notre soucis de rencontrer le sol rocheux de la grotte nous a néanmoins conduit à pratiquer un sondage dans les dépôts correspondants.

Celui-ci a été atteint à une profondeur de 5,80 m sous la base de la couche 9.

La coupe n° 6 (Pl. 35) où sont figurés les trois premiers mètres du remplissage montre la superposition de dépôts sableux à stratifications horizontales, obliques ou entrecroisées, de niveaux de graviers de quartz roulés, d'horizons sablo-argileux de couleur rouge et de dépôts dans lesquels prédominent les rognons de silex et les galets de grès ferrugineux roulés. Leur origine fluviatile ne fait aucun doute.

Le sol rocheux apparaît comme une surface corrodée, dans laquelle s'ouvre une fissure de même orientation que celle de la grotte et qui conduit probablement à un second étage de galeries.
Sur la paroi Nord du sondage et immédiatement au-dessus de la fissure, le remplissage que nous venons de décrire est traversé verticalement par une colonne cylindrique de 0,80 m environ de diamètre, formée de sable argileux de couleur brun-rouge. Nous y avons rencontré quelques dents d'Ursidés qui permettent de rapporter ces dépôts à ceux des couches 8 à 6.
Il s'agit vraisemblablement là du résultat de phénomènes de soutirage qui pourraient être mis en relation avec la phase de déblaiement qui, nous le verrons, a affecté le remplissage du secteur Sud de la grotte (Pech-de-l'Azé I).

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

L'opportunité qui nous a été donnée de participer aux trois dernières campagnes de fouilles nous a permis de réaliser des prélèvements pour analyses en différents secteurs du gisement. Ces prélèvements ont été effectués lors de l'établissement des témoins stratigraphiques qui subsistent actuellement et peuvent donc être situés à quelques décimètres en avant des coupes n° 1, 2, 3 et 4. Quelques échantillonnages ont également été réalisés sur les profils eux-mêmes, pour vérifications de détail.

Anticipant quelque peu sur nos conclusions qui, précisons-le, du point de vue de la chronologie générale du remplissage, confirment pleinement l'interprétation tirée des seules observations stratigraphiques et archéologiques, nous étudierons successivement les grands ensembles suivants :

- La couche 10, ante-rissienne.
- Les couches 9 et 8 attribuées au premier stade rissien.
- Les couches 7 et 6 datées du Riss II.
- La couche X, d'âge Riss III.
- Les couches 5 à 2 enfin qui représentent le premier stade würmien.

Les dépôts ante-rissiens : couche 10

L'analyse granulométrique et morphoscopique des échantillons prélevés à différents niveaux de la couche 10 confirme l'origine fluviatile du matériel que l'observation du dépôt nous avait laissé pressentir.

Les éléments de diamètre supérieur à 10 mm qui, à plusieurs niveaux, constituent la plus grande partie du sédiment, sont essentiellement composés de fragments de grès ferrugineux provenant vraisemblablement du démantèlement d'anciennes cuirasses ferralithiques ; ces éléments, généralement émoussés, sont accompagnés de nombreux rognons de silex blond fortement cacholonné. Les fractions moyennes comportent surtout des graviers de quarts roulés de couleur rousse, quelques éléments arrondis à ciment siliceux ainsi que de très abondants pisolithes gréso-ferrugineux ou ferro-manganiques.

Le matériel de diamètre inférieur à 2 mm présente une grossièreté moyenne extrêmement variable selon les niveaux, les valeurs de la médiane oscillant entre 0,150 et 0,500 mm. C'est généralement un sédiment sableux dans lequel les particules de diamètre supérieur à 50 microns représentent le plus souvent 98 % du matériel. Quelques échantillons peuvent cependant contenir une phase argileuse mieux fournie (15 %) (Pl. 41). L'indice d'hétérométrie tombe rarement au-dessous de 0,45 et caractérise donc à tous les niveaux un sédiment bien classé, mis en place par alluvionnement régulier.

Les variations texturales qui se manifestent surtout par la plus ou moins grande abondance des éléments de diamètre supérieur à 2 mm, mais aussi par une augmentation du taux de colloïdes, traduisent cependant des fluctuations d'assez forte amplitude dans la compétence de l'agent de transport.

Les données de la morphoscopie n'apportent aucun élément de différenciation entre les différents niveaux. Les grains de quartz du type émoussé-luisant sont partout largement dominants et voisinent avec des irréguliers-luisants et des éléments picotés. Bon nombre d'entre eux présentent une surface irrégulière, souvent caverneuse et portent des incrustations rouges d'oxydes de fer. Cette caractéristique, liée à la présence de nombreuses particules ferrugineuses et d'abondantes concrétions à ciment siliceux parmi les sables grossiers, permet de situer l'origine du matériel de la couche 10 dans le remaniement de formations sidérolithiques.

Sur la presque totalité de la couche, le sédiment est dépourvu de carbonates. A l'extrême sommet cependant, et plus particulièrement dans les secteurs 3 et 4, les sables sont soudés par un ciment calcitique qui peut localement représenter près de 20 % du matériel. Nous verrons que la présence de ces carbonates est liée aux phénomènes de lessivage et d'illuviation qui se sont manifestés postérieurement au dépôt de la couche 8.

Les dépôts d'âge Riss I : couches 9 et 8.

Les seuls échantillons dont nous soyions sûr qu'ils appartiennent à la couche 9 ont été prélevés dans la zone la plus externe de l'abri, un mètre environ en avant de la coupe frontale n° 1.

Le sédiment pris globalement y apparaît relativement grossier, puisque les éléments de diamètre supérieur à 10 mm représentent près de 60 % du matériel. Aucun caillou n'atteint cependant 100 mm, la plus grande partie de la fraction étant composée d'éléments compris entre 0,40 et 0,60 mm (Pl. 36, n° 1 et 2).

Les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) ne sont que faiblement représentées (5 %). Elles sont formées de très nombreux agrégats de sables et de graviers cimentés par un concrétionnement carbonaté (65 % de la fraction) (Pl. 40, n° 2) et de rares fragments de roche calcaire, très émoussés ; il s'y ajoute quelques graviers de quartz ainsi que de rares pisolithes ferrugineux roulés.

Du point de vue morphologique, tous les cailloux sont de formes globuleuses très émoussées (l'indice d'émoussé est voisin de 85) et pour la plupart complètement arrondies. Aucune plaquette véritable n'y est identifiable. Près de 60 % des cailloux portent un revêtement calcitique induré (Pl. 40, n° 1).

Comparées à celles de l'indice d'émoussé, les valeurs de la porosité sont extrêmement basses (Pl. 37, n° 2) ; la faible capacité d'absorption des échantillons analysés pouvant être due à l'obturation des pores de la roche par de la calcite diagénétique, nous avons effectué une seconde série de mesures sur des échantillons apparemment moins concrétionnés. Les valeurs obtenues alors étant voisines de celles mesurées précédemment, il faut exclure le rôle de phénomènes de dissolution dans le façonnement des éboulis. La présence de silex concassés dans le dépôt correspondant ainsi que la distribution particulière du sédiment fin au même niveau, permettent d'y voir le résultat de phénomènes de cryoturbation.

Si l'on prend seulement en considération les caractéristiques granulométriques globales des échantillons prélevés à différents niveaux de la couche 8 dans le secteur n° 1, donc dans une zone voisine de celle où la couche 9 a été échantillonnée, une différence fondamentale apparaît dans la composition des deux dépôts considérés (Pl. 36).

Les éboulis (100 mm à 10 mm) qui, dans la couche 9, représentaient 60 % du sédiment, ne forment plus que 35 % du matériel analysé à la base de la couche 8 ; leur pourcentage régresse encore au sommet du dépôt et atteint une valeur minimale voisine de 15.

Plusieurs arguments montrent que ces différentes valeurs caractérisent en réalité un sédiment dont la composition a été profondément modifiée par des phénomènes d'altération postérieurs.

- Sur toute l'épaisseur de la couche 8, on note la présence d'éboulis fantômes d'assez fort diamètre dont l'analyse granulométrique ne peut évidemment tenir compte ; ces éléments sont par ailleurs accompagnés de granules extrêmement friables (15 % à mi-hauteur de la couche) qui représentent vraisemblablement le noyau d'éboulis plus volumineux non totalement altérés. La disparition quasi totale de ces granules à l'extrême sommet du dépôt peut être liée à une altération plus poussée du matériel ; elle peut également être due à une moindre teneur originelle du sédiment en éboulis à ce niveau.

- L'indice d'émoussé, bien que présentant des valeurs nettement inférieures à celles de la couche 9, demeure relativement élevé et croît sensiblement au sommet du dépôt (Pl. 37, n° 1).

- Le façonnement des éboulis calcaires peut être mis ici en relation avec des processus de dissolution, puisque les valeurs de la porosité évoluent dans le même sens que celui de l'indice d'émoussé et sont maximales au sommet du dépôt (Pl. 37, n° 2).

Une idée plus précise de la composition primitive de la couche 8 nous est donnée par l'analyse des échantillons prélevés dans les secteurs 2 et 3 où l'on observe une moindre altération du sédiment.

Dans le secteur n° 2, la proportion des éboulis est proche de 55 % à la base de la couche, conserve des valeurs à peu près équivalentes à mi-hauteur, puis accuse ensuite une baisse de près de 20 % au sommet (Pl. 47). L'indice d'émoussé demeure voisin de celui qui caractérise les mêmes niveaux dans le secteur n° 1 ; il présente une valeur légèrement supérieure au sommet de la couche. Les valeurs de la porosité par contre apparaissent légèrement plus faibles mais croissent parallèlement à celles de l'indice d'émoussé dans la partie sommitale du dépôt (Pl. 48). Quelques éboulis fantômes subsistent à différents niveaux, mais semblent cependant moins nombreux que dans le secteur n° 1.

Une évolution similaire se manifeste dans les mêmes niveaux dans le secteur n° 3, la teneur du sédiment en éboulis étant supérieure à la base et à mi-hauteur de la couche qu'au sommet (Pl. 52). On notera cependant que dans le secteur n° 3, ainsi que dans le secteur n° 4 d'ailleurs, une plus grande abondance de blocs de diamètre supérieur à 10 mm, compense un déficit du matériel en éléments de diamètre compris entre 100 mm et 10 mm par rapport à leur proportion dans l'abri au même niveau ; c'est là une particularité qui, nous le verrons, semble caractériser l'ensemble des dépôts rissiens et que l'on peut d'ores et déjà attribuer à des variations climatiques locales.

Au vu des données de la granulométrie globale et de celles de l'analyse des fractions grossières du sédiment, il apparaît donc que la couche 9 et la plus grande partie de la couche 8 procèdent de phénomènes de gélifraction. La diminution de la teneur du sédiment en éboulis à l'extrême sommet du dépôt caractérise une sédimentation différente dont seule l'analyse des fractions fines du sédiment peut nous permettre d'apprécier les modalités.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm provenant de la couche 9 se définit comme un sable faiblement limoneux et argileux (Md = 0,200 mm).

Sa représentation graphique au tracé assez plat et irrégulier (Pl. 42) caractérise un matériel très hétérométrique (Hé = 1,50) dont le mauvais classement peut être rapproché des manifestations de cryoturbation qui ont d'autre part conduit au façonnement des éboulis calcaires et au concassage du matériel archéologique.

Après décarbonatation, la courbe du résidu insoluble conserve sensiblement la même forme ; on notera cependant un abaissement de la courbe vers l'axe des abcisses dans le domaine des sables grossiers où la plus grande partie de la composante carbonatée (8 %) se trouve concentrée ; l'examen des particules de diamètre compris entre 2 mm et 0,300 mm confirme cette interprétation puisqu'il s'agit essentiellement d'agrégats de sables fins à ciment calcitique. Dans les fractions voisines de 0,80 mm, les mêmes éléments voisinent avec de nombreux grains de quartz du type émoussé-luisant fréquemment incrustés d'oxydes de fer de couleur rouille dont la présence permet d'attribuer une partie au moins du matériel fin au remaniement des sables sous-jacents.

L'altération assez poussée dont a été l'objet la couche 8 sur toute son épaisseur dans la zone externe du gisement ne permet pas d'interpréter de façon très précise les caractéristiques granulométriques du sédiment fin dans le secteur n° 1. On peut cependant établir une distinction entre la base et le sommet du dépôt, distinction qui correspond en fait aux subdivisions que les données de la granulométrie globale nous ont conduit à établir.

Le premier échantillon analysé correspond à un sédiment de texture sableuse, faiblement argileuse, dans lequel la fraction comprise entre les mailles 2 mm et 0,300 mm comporte, comme cela était le cas dans la couche 9, une large part d'agrégats de sables concrétionnés. Après décarbonatation, la répartition granulométrique se fait suivant une courbe plus nettement redressée dans le domaine des sables fins mais dont le tracé encore irrégulier évoque le résultat de faibles remaniements par cryoturbation ou solifluxion ; il est d'ailleurs vraisemblable que ces manifestations ne sont survenues que très localement dans les tous premiers moments du dépôts de la couche 8, puisque les échantillons prélevés au même niveau en d'autres secteurs du gisement présentent des caractéristiques granulométriques déjà différentes.

A mi-hauteur de la couche, un enrichissement du matériel en fractions colloïdales se traduit par un abaissement de la courbe vers l'axe des abcisses, fractions colloïdales qui, si l'on en croit le déplacement de la courbe vers le haut après traitement par HCl, comportent une quantité importante de carbonates. Les fractions sableuses au contraire sont ici presque totalement décarbonatées et se répartissent avant et après traitement par HCl, en un même type de courbe dont la pente, plus accusée entre les mailles 0,300 et 0,100 mm indique un meilleur classement (Hé = 1,00) (Pl. 43). Le matériel correspondant provient selon toute vraisemblance de la libération des constituants insolubles des ébaulis calcaires par altération.

L'échantillon provenant de l'extrême sommet du dépôt enfin apparaît avant et après décarbonatation, appauvri en matériel colloïdal par rapport à l'échantillon précédent. Sa représentation graphique caractérise un sédiment mieux classé encore (Hé = 0,65 sur matériel brut et 0,55 sur matériel décarbonaté) dont l'origine doit être recherchée dans une sédimentation de type fluviatile (Pl. 43). La comparaison des courbes établies avant et après décarbonatation fait également apparaître la présence de carbonates dans les fractions colloïdales, ainsi que dans le domaine des sables les plus grossiers, ce qui n'était pas le cas à mi-hauteur de la couche.

Les caractéristiques granulométriques du sédiment fin des échantillons prélevés de façon plus systématique à différentes hauteurs de la couche 8 en d'autres secteurs du gisement apportent d'autres précisions.

Les valeurs de l'indice d'hétérométrie du sédiment provenant de la base et de la partie moyenne du dépôt dans les secteurs n° 2, 3 et 4 sont généralement voisines de 1,00.

Elles correspondent à des courbes de même morphologie que celles du sédiment fin prélevé à mi-hauteur de la couche dans le secteur n° 1 et caractérisent donc, en partie au moins, le produit de désagrégation des éboulis calcaires. Dans ce contexte cependant, et plus particulièrement parmi les échantillons prélevés dans les secteurs n° 3 et 4 l'indice d'hétérométrie peut atteindre une valeur voisine de 0,70 sans qu'il soit toutefois possible d'établir une relation entre les échantillons correspondants et une quelconque stratification à l'intérieur du dépôt.

Ces observations nous conduisent donc à admettre la possibilité de manifestations de ruissellement qui seraient intervenues épisodiquement pendant la période correspondante et plus particulièrement à l'intérieur de la grotte ; ce point de vue se trouve d'ailleurs renforcé par les résultats de la granulométrie des échantillons prélevés à différents niveaux de la couche 8 à l'extrémité Sud de la tranchée de fouilles à l'intérieur de la grotte ; dans ce secteur, tous les échantillons présentent des caractéristiques granulométriques voisines du sédiment fin de la couche 10 et témoignent donc d'une origine fluviatile. Dans le secteur n° 2 au contraire quelques échantillons présentent un indice d'hétérométrie plus élevé (Hé = 1,10 à 1,20), caractérisant donc un matériel plus mal classé, vraisemblablement significatif de faibles remaniements par solifluxion. Cette caractéristique peut d'ailleurs être rapprochée des traces de concassage observées par F.BORDES dans l'industrie de la couche 8.

Notons enfin que quel que soit le secteur dont ils sont issus, tous les échantillons provenant du sommet de la couche 8 présentent des caractéristiques communes et sont également significatives d'une sédimentation par ruissellement.

La répartition des grains de quartz d'après les critères morphoscopiques n'apporte que peu de précisions ; comme dans le cas de la couche 9, la catégorie des émoussés-luisants est nettement prépondérante dans tous les prélèvements ; la fréquence des quartz teintés par les oxydes ferriques est constante à tous les niveaux et dans tous les secteurs du gisement. La présence de ces constituants à tous les niveaux de la couche 8 confirme donc l'interprétation que nous avons avancée précédemment et selon laquelle les phénomènes de ruissellement sont intervenus épisodiquement pendant toute la période correspondante et de façon plus nettement marquée à la fin du dépôt.

On soulignera également la présence de concrétions calcaires dans la fraction sableuse à la base et au sommet de la couche ; les premières peuvent être attribuées aux phénomènes de lessivage qui ont conduit à la formation d'un sol d'altération dont la couche 8 constitue l'horizon B textural ; elles appartiennent, au même titre que le concrétionnement qui affecte la couche 9 et, localement le sommet de la couche 10, à l'horizon calcique du paléosol. Les secondes sont vraisemblement liées, en partie au moins, aux phénomènes de dissolution qui sont intervenus après la mise en place du niveau 7B.

L'examen des diagrammes granulométriques globaux du sédiment brut et décarbonaté et leur comparaison avec les courbes de variations de la teneur du sédiment fin en carbonates et celles du ΔpH appellent à quelques commentaires.

- L'horizon d'accumulation du paléosol que supporte la couche 8 est nettement mis en évidence sur les diagrammes globaux du sédiment brut, par une augmentation progressive du taux de colloïdes de la base au sommet du dépôt (Pl. 38, 49 et 53, n° 1). Dans les quatre secteurs que nous avons étudiés, le pourcentage maximal de colloïdes se situe vers le tiers supérieur de la couche et coïncide dans tous les cas, avec une valeur maximale du ΔpH (Pl. 39, 50, 54 , n° 2).

Ces deux valeurs diminuent ensuite progressivement vers l'extrême sommet du dépôt où nous avons cru pouvoir situer un horizon B1.

- Après décarbonatation, on remarque une diminution du pourcentage des colloïdes à tous les niveaux et dans tous les secteurs du gisement ce qui confirme la présence de carbonates dans la fraction de diamètre inférieur à 0,002 mm (Pl. 38, 49 et 53, n° 2). Le traitement par HCl, en éliminant les carbonates fait mieux apparaître encore le faible déficit de la fraction colloïdale au sommet du dépôt (horizon B1).

Plusieurs arguments indiquent qu'une partie au moins de ces carbonates est d'origine secondaire et plus particulièrement dans la partie sommitale de la couche.

. Les carbonates colloïdaux sont aussi abondants dans le secteur n° 1 que dans les autres zones du gisement, alors que les données de la granulométrie globale et celles de l'étude morphologique des éboulis ont mis en évidence une plus forte altération du sédiment dans ce secteur.

. Le taux maximal des carbonates se situe à l'extrême sommet du dépôt, alors que ce dernier correspond à un sédiment primitivement dépourvu de matériel calcaire (origine sidérolithique).

. C'est enfin au même niveau que nous avons situé l'horizon B1 du paléosol, cette interprétation étant par ailleurs confirmée par un léger déficit en colloïdes non calcaires.

. Enfin, nous rappellerons la présence de véritables concrétions calcaires parmi les graviers et dans les sables au sommet du dépôt.

Ces différents arguments permettent donc d'interpréter l'enrichissement global en matériel carbonaté qui se manifeste au sommet de la couche 8 donc au sommet de l'horizon d'accumulation que cette couche supporte, comme le résultat de phénomènes de dissolution et d'illuviation qui sont intervenus, d'une part après la mise en place du niveau 7B, d'autre part après le dépôt de la couche 6.

Remarquons enfin la moindre teneur du sédiment fin de la couche 8 en matériel colloïdal dans les secteurs 3 et 4 que dans les secteurs 1 et 2, ce qui confirme l'atténuation progressive de l'intensité des phénomènes d'altération à l'intérieur de la grotte, thermiquement plus stable que l'abri.

Les dépôts d'âge Riss II : couches 7 et 6

Les résultats de l'étude sédimentologique réalisée sur des échantillons prélevés dans le secteur n° 1, nous avaient primitivement conduit à interpréter l'ensemble de la couche 7 comme le produit d'un dépôt de nature essentiellement alluviale mis en place lors d'une même phase de sédimentation sous climat tempéré et humide (in BORDES F. et coll., 1969).

En l'absence d'éléments de comparaison, nous avions alors attribué le léger enrichissement du sédiment fin en matériel colloïdal décelable à la base du dépôt à une manifestation sédimentaire locale ; le faible accroissement du taux de carbonates au même niveau avait été mis sur le compte de phénomènes d'altération, auxquels étaient par ailleurs attribuables l'édification d'un sol d'altération dont la couche 6 représente l'horizon B textural.

Les subdivisions stratigraphiques qui sont apparues à l'intérieur de la couche 7 lors de l'extension des fouilles nous ont conduit à effectuer de nouvelles analyses sur des échantillons prélevés dans les mêmes dépôts en d'autres secteurs du gisement. Les résultats acquis, bien que ne remettant pas en question l'interprétation générale que nous avions primitivement proposée, apportent cependant un certain nombre de précisions qui méritent d'être prises en considération.

Alors que dans le secteur n° 1 (Pl. 36), les éléments compris entre 100 mm et 10 mm représentent seulement 15 % du sédiment à la base de la couche 7 et 10 % au sommet, dans les secteurs n° 2 (Pl. 47) et 3 (Pl. 52), les mêmes éléments comptent respectivement pour 30 et 20 % dans le niveau 7B et 15 et 5 % dans le niveau 7A et encore n'est-il pas tenu compte ici des éboulis de diamètre supérieur à 100 mm qui apparaissent sur la coupe dans le niveau 7B.

La seule analyse granulométrique globale introduit donc une première nuance, en confirmant une plus forte teneur du sédiment en éléments d'origine cryoclastique à la base du dépôt qu'au sommet, éléments qui sont accompagnés dans les différents secteurs de quelques fragments de stalactites (Pl. 40, 51 et 55, n° 3).

La plupart des éléments qui constituent la catégorie des cailloux sont informes ou globuleux sur toute l'épaisseur du dépôt. Ils ne comportent aucune plaquettes de gel, les seules formes aplaties que nous avons rencontrées correspondant à des fragments de grès ferrugineux, plus particulièrement abondants dans le niveau 7A (secteur n° 3).

Dans les secteurs n° 2 (Pl. 48, n° 1) et 3, les valeurs de l'indice d'émoussé des cailloux sont voisines de celles que nous avons calculées sur les échantillons prélevés dans le secteur n° 1. Elles sont comprises entre 55 et 60 et sont donc sensiblement équivalentes à celles qui caractérisent les éboulis de la couche 8 sous-jacente. Les valeurs de la porosité par contre sont légèrement inférieures à celles que nous avons mesurées dans la couche 8 ; elles subissent une augmentation assez nettement marquée au sommet du niveau 7A (Pl. 48, n° 2).

Quel que soit le secteur dont elles sont issues, les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) ne forment jamais plus de 3 % du matériel ; les fragments de roche calcaire y sont rares mais sont cependant plus abondants dans le niveau 7B. La catégorie des granules comporte 25 % d'agrégats de sables concrétionnés dans le niveau 7B et 32 % en 7A (secteur 1), celle des graviers respectivement 40 et 60 % des mêmes éléments (Pl. 40). Dans les secteurs n° 2 et 3, ces valeurs sont légèrement inférieures (Pl. 51 et 55).

Le reste de la fraction est composé de graviers de quartz arrondis de couleur rousse, de pisolithes ferro-manganiques, de plaquettes de grès ferrugineux émoussées qui prédominent dans le niveau 7A.

L'analyse granulométrique du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm prélevé à différentes hauteurs du niveau 7^B caractérise un matériel de texture sablo-argilo-limoneuse de médiane voisine de 0,160 mm. La phase colloïdale, si elle ne subit pas de variation très marquée, apparaît cependant légèrement supérieure à la base qu'au sommet du dépôt. L'indice d'hétérométrie est ici généralement équivalent à celui de la plupart des échantillons prélevés à mi-hauteur de la couche 8 (Hé compris entre 0,95 et 1,05) et est donc représentatif du produit de désagrégation des éboulis calcaires (Pl. 44). Pourtant, comme dans le cas de la couche 8, certains échantillons apparaissent mieux classés (Hé voisin de 0,70 à 0,80), la courbe cumulative qui les caractérise acquiert un tracé plus régulier et plus redressé dans le domaine des sables fins ; cette caractéristique s'accentue dans le secteur n° 3 où l'indice d'hétérométrie de quelques échantillons peut tomber à 0,60, témoignant d'une sédimentation de nature plus franchement fluviatile. Paradoxalement les déformations d'origine cryergique qui sont visibles à l'extrême sommet du niveau 7^B dans le secteur n° 3 ne se traduisent par aucune modification du tracé des courbes cumulatives qui, nous l'avons vu, conservent les caractéristiques d'une sédimentation de nature alluviale.

Le traitement par HCl n'a que peu d'incidence sur la distribution du sédiment ; on notera seulement l'abaissement systématique des courbes vers l'axe des abcisses, tant dans le domaine des sables grossiers que dans celui des fractions inférieures à 0,002 mm dans lesquels la plus grande partie de la composante carbonatée se trouve concentrée soit à l'état d'agrégats facilement dissociables par l'attaque à l'acide, soit à l'état colloïdal.

Le faible enrichissement en particules de diamètres inférieur à 0,002 mm perceptible sur le diagramme granulométrique global du sédiment brut, mais en partie masqué par la la présence de carbonates d'origine secondaire, est plus nettement visible après décarbonatation (Pl. 38, 49 et 53, n° 1 et 2). Nous l'avions primitivement interprété comme le produit d'une sédimentation plus argileuse ; pourtant la

répartition de la fraction correspondante sous la forme d'un faible gradient au sein du dépôt, la légère augmentation des valeurs du ΔpH au même niveau (Pl. 39, 50, 54, n° 2) inclinent à assimiler l'enrichissement du niveau 7B en matériel colloïdal à une manifestation d'altération immédiatement postérieure et précédant la mise en place du niveau 7A ; les phénomènes de lessivage correspondants sont vraisemblablement également responsables de l'enrichissement du sommet de la couche 8 sous-jacente en calcaire colloïdal ainsi que de la présence d'agrégats concrétionnés au même niveau. La teneur relativement importante du niveau 7B ainsi que celle du niveau 7A en carbonates colloïdaux doit être attribuée aux phénomènes de lessivage qui ont entraîné la formation d'un sol d'altération sur la couche 6.

Comparées à celles que nous venons de décrire, les caractéristiques granulométriques du sédiment inférieur à 2 mm prélevé dans le niveau 7A sont différentes. On constate en effet un meilleur classement de tous les échantillons étudiés (Pl. 44) ; l'indice d'hétérométrie ne descend que rarement au-dessous de 0,70, et atteint même localement une valeur de 0,60. Cette particularité montre donc que les phénomènes de ruissellement ont été ici plus nettement marqués et plus réguliers que lors du dépôt du niveau 7B. Comme dans la couche 8 et dans le niveau 7B, le matériel provient en majeure partie de la même source que celui de la couche 10.

La présence d'une phase sableuse mieux fournie en agrégats concrétionnés à la base de la couche (niveau 7B) ainsi que l'enrichissement progressif en fractions colloïdales qui se manifeste au sommet du niveau 7A (Pl. 38, 49 et 53), ne peuvent être interprétés que par comparaison avec les caractéristiques granulométriques de la couche 6 sus-jacente, caractéristiques qui, nous allons le voir, sont étroitement dépendantes des phénomènes de pédogénèse qui sont intervenus postérieurement à l'élaboration de ces dépôts.

Les données de la granulométrie globale ne permettent pas de situer de façon plus précise que la seule observation des dépôts la limite entre les couches 7 et 6 dans le secteur n° 1 (Pl. 36). Le pourcentage des éléments de diamètre supérieur à 10 mm passe progressivement de 7 % à 15 % seulement au sommet et encore cette évolution ne s'accompagne-t-elle pas d'une augmentation très sensible de la dimension des cailloux qui dépasse rarement 40 mm. L'accroissement progressif du taux de granules et de graviers au fur et à mesure que l'on s'élève vers le toit de la couche, ainsi que la présence de très nombreux éboulis fantômes dont certains atteignent près de 100 mm de diamètre,tendent cependant à prouver que la texture originelle du sédiment a été profondément modifiée postérieurement à sa mise en place dans ce secteur du gisement. Ce point de vue est d'ailleurs renforcé par les résultats de l'analyse morphologique ; sur toute l'épaisseur du dépôt ces éléments apparaissent émoussés, puisque les valeurs de l'indice correspondant est toujours supérieur à 50 (Pl. 37, n° 1). Ces valeurs deviennent enfin maximales au sommet de la couche (65). Les valeurs de la porosité suivent la même évolution (Pl. 37).

L'analyse des échantillons prélevés dans les secteurs n° 2 et 3 apportent d'autres précisions.

Dans le secteur n° 2 tout d'abord, trois séries d'échantillons prélevées au sommet du dépôt à un mètre d'intervalle à l'extrémité Nord,dans la zone médiane et à l'extrémité Sud de la coupe comportent respectivement 33 % , 42 % et 58 % d'éléments de diamètre supérieur à 10 mm, ceux-ci étant d'ailleurs accompagnés d'une forte proportion de granules et de graviers provenant vraisemblablement de la dissolution d'éboulis plus grossiers (Pl. 47). Essentiellement composés de fragments de roche calcaire, ils contiennent également de nombreux fragments de stalactites qui représentent 18 % de la fraction dans la zone Nord de la coupe (Pl. 51, n° 1). Les éboulis eux-mêmes sont plus faiblement émoussés et un peu moins altérés que précédemment (Pl. 48, n° 1 et 2). Nous y avons dénombré près de 45 % de formes aplaties que nous avons rangées dans la catégorie des plaquettes en dépit du caractère émoussé de leurs arêtes (Pl. 47, n° 3).

Dans le secteur n° 3, le passage entre les couches 7 et 6 se réalise de façon plus nette puisque les éboulis qui ne représentent que 5 % du matériel dans le dépôt que nous avons attribué au niveau 7A, représentent ensuite 26 % du sédiment et augmentent enfin de façon plus progressive pour atteindre une valeur maximale de 45 % au sommet de la couche (Pl. 52, n° 1 et 2). Comme dans le secteur n° 2, les formes aplaties sont abondantes (50 % au sommet) dans un contexte néanmoins plus hétérométrique (Pl. 52, n° 3).

D'une manière générale, les données de la granulométrie du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm permettent de mieux préciser la limite entre ces deux dépôts. La preuve nous en est données par la comparaison des courbes cumulatives obtenues par analyse de deux échantillons prélevés en continuité dans le secteur n° 1, l'un au sommet du niveau 7A, l'autre à la base de la couche 6 et se situant tous les deux à la base de l'horizon d'accumulation du paléosol que supporte la couche 6 ; le premier échantillon comporte 20 % de colloïdes, le second 27 % (Pl. 45).

Dans le premier cas, le sédiment, de texture sablo-argilo-limoneuse (Md = 0,150 mm sur sédiment brut), se répartit en une courbe cumulative régulière, fortement redressée entre les mailles 0,300 et 0,130 mm et dont l'indice d'hétérométrie particulièrement faible (Hé = 0,65) est caractéristique d'une sédimentation de type fluviatile.

Dans le second cas, il s'agit également d'un sable argilo-limoneux dont la grossièreté moyenne est surtout affaiblie par la présence d'une phase limoneuse abondante qui représente 23 % du sédiment (Md = 0,050 mm). La courbe cumulative du matériel correspondant présente un tracé fortement ondulé dans toute sa portion occupée par les sables et les limons grossiers. L'indice d'hétérométrie acquiert une valeur de 1,15. Ces caractéristiques nous conduisent à attribuer le faciès granulométrique du sédiment fin de la base de la couche 6 à des remaniements par solifluxion.

L'augmentation progressive des valeurs de l'indice d'hétérométrie qui se manifeste vers le sommet du dépôt (Hé = 2,25, 2,40 puis 2,70) est due ici à l'enrichissement du matériel en fractions colloïdales et limoneuses que l'on peut attribuer, à priori, aux phénomènes pédogénétiques de l'interstade Riss II - Riss III.

L'abaissement de la teneur du matériel en sables grossiers, parmi lesquels subsistent quelques particules calcaires, demeure faible après traitement par HCl ; celui du taux de colloïdes est, par contre, plus important, et indique donc la présence de carbonates parmi les fractions de diamètre inférieur à 0,002 mm.

Le rapport des pourcentages cumulés des sables, des limons et des argiles sur des diagrammes granulométriques globaux, permet de préciser la limite des différents horizons du paléosol, et d'apprécier l'intensité des phénomènes d'illuviation dans les secteurs n° 1, 2 et 3. (Pl. 38, 49 et 53). On notera plus particulièrement la valeur maximale atteinte par les colloïdes au sommet de l'horizon B2 : (37% dans le secteur n° 1, 36% dans le secteur n° 2, 27% dans le secteur n° 3, 23% dans le secteur n° 4) et leur diminution progressive vers le bas.
La présence d'une phase colloïdale plus importante à l'extrême sommet du dépôt ainsi que la valeur maximale atteinte par le ΔpH au même niveau (Pl. 39, 50 et 54, n° 2) permettent de conclure à l'absence du sommet de l'horizon d'accumulation du paléosol. Cette caractéristique témoigne donc de manifestations d'érosion postérieures.

Les dépôts d'âge Riss III : couche X

La couche X ne subsistant qu'à l'intérieur de la grotte IIa, elle n'a fait l'objet que de deux séries d'analyse, l'une portant sur des échantillons prélevés dans le secteur n° 3, l'autre sur des prélèvements effectués dans le secteur n° 4.

La distinction que nous avons établie au vu des données stratigraphiques entre le sommet de la couche 6 et la base de la couche X est mise en évidence, du point de vue granulométrique, par une brusque augmentation de la teneur du sédiment en éléments de diamètre supérieur à 10 mm. Dans le secteur n° 3, ces éléments représentent déjà près de 60 % du matériel à la base (contre 42 % dans la couche 6) et atteignent la valeur de 80 % au sommet du dépôt. Contrairement à ce que nous avons remarqué dans la couche 6 dans le même secteur, la fraction correspondante est ici plus homométrique et comporte surtout des éléments de diamètre supérieur à 60 mm (Pl. 52, n° 1 et 2). Les valeurs de l'indice d'émoussé et de la porosité sont en outre en nette régression alors que celles du pourcentage de plaquettes évoluent vers un maximum (96 %) au sommet de la couche X (Pl. 52, n° 3).

L'analyse de sept échantillons prélevés sur une même colonne verticale sur toute l'épaisseur de la couche X dans le secteur n° 4 précise et complète les données précédentes. Les trois premiers échantillons présentent des caractéristiques comparables à celles des dépôts analysés dans le secteur n° 3 ; le pourcentage des éboulis passe progressivement de 53 à près de 75 dans le troisième échantillon : les éléments correspondants sont également assez peu émoussés et altérés et comportent, au sommet, 85 % de plaquettes.

Les deux échantillons suivants donnent l'image d'un sédiment plus grossier encore, dans lequel les cailloux représentent près de 90 % du matériel. Les plaquettes y sont plus rares (52 % seulement) mais sont remplacées par des formes parallélépipédiques non émoussées et faiblement altérées, dans lesquelles nous avons reconnu le produit de la gélivation secondaire de dalles calcaires.

Le sommet du dépôt enfin est presque exclusivement composé d'éboulis dont le diamètre est dans la majorité des cas supérieur à 80 mm. Tous ces éléments sont des plaquettes aux angles vifs dont la face supérieure apparaît généralement plus émoussée, plus altérée et plus friable que la face inférieure ; ces caractéristiques ne sont cependant pas sensibles dans les résultats du calcul de l'indice d'émoussé et de la mesure de la porosité dont les valeurs demeurent relativement faibles. Les fragments de stalactites sont ici particulièrement abondants et représentent localement 45 % des cailloux à la base du dépôt.

L'analyse du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm prélevé dans le secteur n° 3 témoigne d'un sédiment très fortement chargé en particules colloïdales, puisque la fraction correspondante représente 39 % du matériel à la base du dépôt, ces valeurs diminuant ensuite progressivement dans les échantillons sus-jacents : respectivement 32 % et 29 %.

Dans le secteur n° 4 seule la base de la couche X et la partie moyenne ont pu faire l'objet d'analyses granulométriques, le sommet du dépôt étant pratiquement dépourvu de matériel inférieur à 2 mm. On notera cependant qu'une évolution similaire à celle que nous avons constatée précédemment se manifeste ici, puisque le pourcentage des colloïdes passe de 24 % à mi-hauteur de la couche à 37 % à la base. Cette caractéristique tend à rapprocher les dépôts qui sont présents dans le secteur n° 3 de la base de la couche X telle qu'elle se présente dans le secteur n° 4, ce que nous ont d'ailleurs permis de constater les résultats de la granulométrie globale.

L'enrichissement progressif en colloïdes qui se manifeste de haut en bas de la couche et qui s'accompagne d'une augmentation du ΔpH vers une valeur maximale de 1,25 (secteur n° 3) est significatif de phénomènes de lessivage postérieurs particulièrement important, lessivage auquel est par ailleurs imputable l'absence de matériel fin au sommet du dépôt (secteur n° 4).

Les dépôts würmiens : couches 5 à 2

Couche 5

Même si l'on fait exception des dalles d'effondrement ainsi que des blocs de stalactites qui sont localement présents à l'intérieur de la couche 5, le sédiment correspondant se présente, au vu des seules données de la granulométrie globale, comme un matériel extrêmement grossier.

Cependant, la comparaison des résultats de l'analyse granulométrique des cailloux, ainsi que ceux de l'analyse morphologique montrent un certain nombre de variations tant sur le plan vertical que sur le plan horizontal.

- Une première série d'analyses portant sur des échantillons prélevés à l'extrémité Nord du secteur n° 1, fait apparaître trois subdivisions à l'intérieur de la couche 5 (Pl. 36 et 37).

Le premier ensemble se caractérise par un matériel moyennement grossier dans lequel les éboulis représentent à peine plus de 50 % du sédiment. Ces éléments sont accompagnés de graviers de roche calcaire qui atteignent une valeur de 20 %. Les éboulis eux-mêmes ne dépassent pas 60 mm de diamètre et sont surtout composés de fragments polyédriques, parmi lesquels nous n'avons dénombré que 18 % de plaquettes typiques. Il s'agit d'éléments peu émoussés et peu altérés. Les fractions moyennes (100 mm - 10 mm) sont exclusivement composées de fragments de roche calcaire présentant des caractéristiques morphologiques identiques à celles des éléments plus grossiers.

Les deux fractions comportent de nombreux fragments de stalactites qui représentent 60 % de la catégorie des cailloux.

Un deuxième groupe d'échantillons correspond à la partie moyenne de la couche ; il s'agit d'un matériel plus grossier, dans lequel les éléments de diamètre supérieur à 10 mm représentent près de 70 % du sédiment. Les éboulis sont de taille généralement plus élevée que précédemment (85 % d'entre eux dépassent 20 mm de diamètre) et sont généralement des éléments aplatis parmi lesquels nous avons individualisé près de 65 % de plaquettes. L'indice d'émoussé atteint à ce niveau une valeur minimale (15) ; la porosité demeure à peu près la même.

Le troisième ensemble enfin se caractérise par la présence d'une fraction grossière plus importante encore, cette évolution se réalisant ici au détriment du matériel inférieur à 2 mm qui représente 2 % environ du sédiment. Par rapport aux échantillons précédents, on note cependant un amenuisement de la taille des éboulis, la majeure partie d'entre eux étant de diamètre voisin de 50 mm. La plupart de ces éléments sont très émoussés (indice d'émoussé = 85) et parfois même totalement arrondis ; leur porosité reste faible.

- Une deuxième série d'analyses a porté sur des échantillons prélevés dans le secteur n° 2, dans la zone Nord de la coupe frontale (Pl. 47 et 48). Trois ensembles peuvent y être individualisés comme dans le cas précédent : un ensemble inférieur moyennement grossier, un ensemble intermédiaire où l'on note une plus grande proportion des éboulis, une augmentation de leur diamètre et un plus fort pourcentage de plaquettes, un ensemble supérieur enfin composé d'éléments plus petits, très émoussés.

- Au Sud de la même coupe, une répartition différente se manifeste. La distinction entre les deux premiers ensembles n'est plus sensible ; les éboulis atteignent ici une proportion de près de 95 % à la base et à mi-hauteur de la couche et comportent un nombre à peu près équivalent de plaquettes (73 et 81 %). La teneur globale en fractions supérieures à 10 mm se maintient ensuite au sommet du dépôt, mais s'accompagne ici, comme dans le cas précédent, d'une légère diminution de la dimension des éboulis, d'une régression du nombre de plaquettes et d'une très nette augmentation des valeurs de l'indice d'émoussé .

- Une distribution encore différente est mise en évidence par l'analyse des échantillons prélevés dans la zone médiane du secteur n° 3 (Pl. 52) où l'on constate une plus forte proportion de plaquettes au sommet qu'à la base et encore n'est-il pas tenu compte ici des variations latérales qui se manifestent dans le faciès granulométrique et morphologique du sédiment du Nord au Sud de la coupe.

Ces différentes considérations nous conduisent donc à interpréter l'ensemble de la couche 5 comme le produit d'une sédimentation de nature exclusivement cryoclastique ; l'amenuisement du matériel qui se manifeste localement à la base du dépôt et plus particulièrement vers l'extérieur de l'abri peut être mis sur le compte de phénomènes de gélifraction particulièrement actifs, favorisés par un climat relativement froid mais encore humide.

Les caractéristiques granulométriques et morphologiques du sommet de la couche enfin, ne font que confirmer l'interprétation que l'on peut tirer de l'observation du dépôt, en mettant en évidence de profonds remaniements dont l'origine doit être située dans des phénomènes de cryoturbation.

Les données de la granulométrie et de la morphoscopie du matériel de diamètre inférieur à 2 mm confirme l'origine locale du sédiment. A la base et à mi-hauteur de la couche, il s'agit d'un sable faiblement argileux mal classé provenant de la désagrégation des éboulis calcaires. L'absence d'un tel matériel au sommet du dépôt est vraisemblablement le fait de phénomènes de lessivages postérieurs.

Couche 4D

Les seuls échantillons correspondants à cette couche révèlent un sédiment globalement grossier, mais qui se différencie des dépôts sous-jacents par une augmentation de la catégorie des granules (Pl. 36, 47 et 52, n° 1). La différence s'accentue encore dans la composition granulométrique des cailloux puisque les éléments de diamètre inférieur à 20 mm représentent toujours plus de 70 % du matériel analysé (Pl. 36, 47 et 52, n° 2). L'indice d'émoussé est voisin de celui que nous avons mesuré dans les échantillons prélevés au sommet de la couche 5 (Pl. 37 et 48, n° 1). Les valeurs de la porosité n'ont pas ici de valeur significative, la brusque augmentation de la capacité d'absorption d'eau des éboulis qui se manifeste dans le secteur n° 1 étant liée à la présence d'un revêtement concrétionné lacuneux à leur pourtour (Pl. 37, n° 2). Ces concrétions qui affectent près de 25 % des cailloux représentent 75 % des granules et 85 % des graviers dans le même secteur (Pl. 40, n° 1 et 2).

Le sédiment fin, de texture essentiellement sableuse,est particulièrement mal classé (Hé = 1,60) ; il est significatif de phénomènes de solifluxion et de cryoturbation auxquels sont par ailleurs attribuables le façonnement des éboulis calcaires et le concassage du matériel archéologique.

Niveaux 4C à 4A

Les données de la sédimentologie conduisent à grouper en un même ensemble sédimentaire les niveaux 4C à 4A.

L'examen des trois diagrammes granulométriques globaux correspondant respectivement aux dépôts considérés dans les secteurs n° 1, 2 et 3, révèle en effet un appauvrissement généralisé de la teneur du sédiment en fractions de diamètre supérieur à 10 mm par rapport à la couche 4D sous-jacente (Pl. 36, 47 et 52).

Dans le détail cependant deux subdivisions peuvent être établies qui apparaissent de façon plus particulièrement nette sur le diagramme correspondant au secteur n° 3 (Pl. 52). Alors que dans les niveaux 4A, 4B et 4C1 les rares éboulis paraissent répartis de façon aléatoire à l'intérieur du sédiment sans que leur présence puisse être mise en rapport avec une quelconque stratification, dans le niveau 4C2, les éléments représentent près de 15 % du sédiment et sont accompagnés de granules et de graviers dont les pourcentages cumulés atteignent une valeur de près de 20 %.

Du point de vue morphologique, l'ensemble des cailloux ainsi que les granules et les graviers sont tous des éléments globuleux émoussés (l'indice d'émoussé oscille entre les valeurs de 60 et 65) et très fortement altérés. Ces caractéristiques doivent être rapprochées de la présence de quelques éboulis et de quelques graviers fantômes sur toute l'épaisseur du dépôt.

Les fractions moyennes qui dans le niveau 4C2 comportent une large part de granules et de graviers calcaires très émoussés, englobent aussi de très nombreux graviers de quartz émoussés de teinte rousse ainsi que des pisolithes ferro-manganiques ; ces éléments qui représentent 65 % du matériel dans le niveau 4B tendent à diminuer au sommet du dépôt.

Enfin, des agrégats de sables concrétionnés existent à tous les niveaux dans la catégorie des cailloux, ainsi que dans celle des granules et des graviers, mais atteignent un pourcentage maximal dans le niveau 4C2.

L'analyse du matériel de diamètre inférieur à 2 mm permet de distinguer trois sous-ensembles à l'intérieur des niveaux 4C à 4A, sous-ensembles aux limites imprécises et que seule la comparaison des courbes cumulatives permet d'isoler.

- Le premier correspond à la base du dépôt (niveau 4C2). L'analyse d'échantillons prélevés de façon systématique à l'extrémité Sud de la coupe n° 1 ainsi qu'au niveau de la coupe n° 3, où nous avons constaté une stratification plus nette des dépôts, a mis en évidence trois types de courbes.

Les premières définissent un sédiment sablo-limoneux, faiblement argileux. Leur tracé, régulier et nettement redressé entre les fractions 0,300 et 0,150 mm (Hé = 0,65) caractérise une sédimentation de nature alluviale en tous points comparable à celle du niveau 7A. Les échantillons correspondants apparaissent dépourvus de carbonates dans les sables grossiers, la composante calcaire étant seulement concentrée dans le domaine colloïdal. Le matériel sableux est exclusivement composé de grains de quartz émoussés-luisants, faiblement colorés en roux, d'éléments picotés nombreux, d'irréguliers-luisants caverneux et de quelques débris ferro-manganiques roulés. Ce cortège peut donc être rapproché de celui de dépôts sidérolithiques.

Les deuxièmes caractérisent un matériel de texture argilo-limono-sableuse. Leur tracé, régulier mais bien classé dans leur portion correspondant aux limons, évoque un faciès de décantation, ce qui est d'ailleurs compatible avec la disposition finement stratifiée des dépôts correspondants. Les sables, rares, sont de même nature que précédemment ; cependant la présence d'une phase limono-argileuse abondante nous incline à situer l'origine d'une partie du matériel dans le réseau de fentes de la grotte.

Le troisième type de courbes, enfin correspond à un sédiment plus grossier. Le tracé apparaît plus irrégulier et peut être interpéter comme le produit de remaniements par solifluxion. Le sédiment correspondant est surtout caractéristique du niveau archéologique 4C2 ; les fractions sableuses comportent, à côté des éléments cités précédemment, de nombreux grains de roche calcaire, ainsi qu'une quantité appréciable d'agrégats à ciment calcitique. Comme dans le cas de la couche 4D, il semble que la précipitation préférencielle des carbonates à ce niveau soit liée à la présence d'une matière organique plus abondante (ce que nous avons d'ailleurs constaté lors du traitement des échantillons à l'eau oxygénée). Quoi qu'il en soit, le concrétionnement de ce niveau, ainsi que celui de la couche 4D, est étroitement dépendant des phénomènes de lessivage qui, nous allons le voir, sont intervenus postérieurement à la mise en place du niveau 4A2.

L'ensemble des caractéristiques sédimentologiques du niveau 4C2 nous conduisent donc à interpréter le dépôt correspondant comme le produit de l'épisode d'instabilité climatique auquel peuvent d'autre part être rapportés les remaniements cryergiques qui ont affectés la couche 5 ainsi que la couche 4D.

- Les données d'analyses du matériel de diamètre inférieur à 2 mm permettent d'attribuer l'ensemble des niveaux 4C1 , 4B et 4A2 à un épisode climatique plus stable, caractérisé par une sédimentation de nature essentiellement alluviale.

Tous les échantillons prélevés dans ces dépôts, dans les trois secteurs considérés, présentent en effet un faciès granulométrique commun qu'illustrent les courbes cumulatives données dans la Planche 46. On notera plus particulièrement le tracé régulier de la courbe ainsi que sa forte pente dans le domaine des sables fins ; l'indice d'hétérométrie est, à de rares exceptions près, inférieur à 0,60 et caractérise donc un matériel mis en place par alluvionnement régulier. Les caractéristiques morphologiques et minéralogiques permettent d'attribuer,là encore,la majeure partie du sédiment au remaniement de formations sidérolithiques ; pourtant la présence d'une phase limoneuse bien fournie, la coloration rougeâtre du sédiment, laissent supposer une source différente d'une partie au moins du matériel ; il pourrait s'agir de remaniements du produit d'altération de formations calcaires coniaciennes ; seule l'étude des minéraux lourds permettrait de vérifier cette hypothèse.

- Le dernier ensemble que nous avons isolé correspond au sommet du dépôt dans lequel se place le niveau archéologique 4A1.

Le matériel correspondant, plus grossier que précédemment, comporte une phase sableuse plus abondante dans laquelle on rencontre à nouveau quelques débris de roche calcaire. Sa représentation graphique est plus irrégulière et correspond à un sédiment dans l'ensemble plus hétérométrique que dans les dépôts sous-jacents (Hé = 0,95).

Son origine peut être liée à la désagrégation d'éboulis de roche calcaire. Elle serait plutôt le résultat des faibles remaniements solifluidaux qui semblent intervenus de façon mieux marquée à l'amorce de l'épisode climatique suivant.

L'examen des diagrammes granulométriques globaux du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm (Pl. 38, 49 et 53), celui de la courbe de variations du ΔpH (Pl. 39, 50, 54) et du concrétionnement (Pl. 40, 51 et 55) permettent de situer un faible arrêt de sédimentation peu après la mise en place du niveau 4A2. La répartition de la fraction colloïdale sous la forme d'un gradient bien individualisé sur toute l'épaisseur du dépôt, et la diminution de la phase correspondante à l'extrême sommet, les valeurs maximales atteintes par le ΔpH dans le niveau 4B, définissent en effet un horizon d'accumulation dont l'origine peut être attribuée aux mêmes phénomènes de lessivage que ceux qui ont conduit au concrétionnement des niveaux 4C2 et 4D. La mise en place du sommet de la couche (niveau 4A1) où l'on note un appauvrissement de la teneur du sédiment en matériel colloïdal, ainsi qu'une moindre valeur du ΔpH (secteur n° 1, plus particulièrement) paraît postérieure à l'arrêt de sédimentation correspondant mais n'en est séparée par aucun phénomène d'érosion.

Couche 3

Les variations latérales de faciès qui sont perceptibles dans la couche 3 du Nord au Sud du gisement et qui sont liées d'une part à des variations locales dans les conditions de sédimentation, d'autre part à des phénomènes d'altération postérieurs, ne peuvent être valablement interprétées qu'en comparant les résultats d'analyses des échantillons que nous avons prélevés en différents points du gisement, y compris dans le secteur n° 5 (coupe sagittale).

- Si nous prenons seulement en considération les données d'analyses des prélèvements effectués dans les secteurs n° 2 et 3 où la couche 3 n'atteint pas 10 cm d'épaisseur, nous obtenons l'image d'un sédiment essentiellement sableux, dans lequel les fractions de diamètre supérieur à 2 mm ne forment pas 15 % du matériel (Pl. 47 et 52). Les rares éboulis sont tous de formes émoussées et altérées (Pl. 48). Les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) sont surtout composées de débris de roche

calcaire extrêmement friables mais comportent localement des agrégats concrétionnés. Ces concrétions pratiquement absentes dans les échantillons que nous avons prélevés dans le secteur n° 3, représentent près de 20 % des graviers dans le secteur n° 2 et peuvent être attribués aux mêmes phénomènes que ceux qui ont localement entraînés la prise en masse du sédiment au même niveau dans le même secteur ainsi que la formation d'agrégats concrétionnés au sommet de la couche 4 (Pl. 55). Dans les mêmes zones, le sédiment inférieur à 2 mm est de texture sableuse (15 % du matériel seulement est inférieur à 50 microns) et provient exclusivement de la désagrégation des éboulis calcaires.

- L'analyse des échantillons prélevés dans le secteur n° 1 conduit à des résultats similaires. Une nuance apparaît cependant concernant un pourcentage plus élevé de petits débris de roches calcaires (granules et surtout graviers) à la base du dépôt et qui correspondent en fait aux minces lentilles de graviers dont nous avons évoqué la présence au même niveau (Pl. 36, n° 1). Bien que l'analyse granulométrique du matériel de diamètre inférieur à 2 mm n'apporte pas de précisions significatives concernant la mise en place de ce dépôt, il est vraisemblable qu'il s'agit là de manifestations de solifluxion.

- Trois échantillons prélevés dans la zone Ouest de la coupe n° 5, où la couche 3 dépasse localement 30 cm d'épaisseur, confirment les subdivisions stratigraphiques que nous avons établies à l'intérieur de ce dépôt dans ce secteur du gisement.

Dans les deux premiers échantillons, les éboulis atteignent une proportion voisine de 50 % et encore n'est-il pas tenu compte des blocs de diamètre supérieur à 100 mm qui encombrent le dépôt. Les fractions moyennes n'y sont que faiblement représentées (8 % à la base, 5 % à mi-hauteur) ; elles sont composées de débris de roche calcaire ainsi que d'agrégats de sables et de graviers qui, dans la zone moyenne de la couche, représentent 45 % de la fraction comprise entre 5 mm et 2 mm.

Le troisième échantillon a été prélevé au sommet du dépôt ; l'analyse granulométrique caractérise un matériel globalement plus grossier, mais il convient de rappeler ici qu'à la base et à mi-hauteur de la couche existent des éboulis de diamètre supérieur à 10 mm, qui n'ont évidemment pas été pris en considération dans l'analyse granulométrique. Les éléments correspondants y dépassent rarement 40 mm de diamètre. Ils sont tous très émoussés (indice d'émoussé = 78) et totalement arrondis. La porosité varie ici de façon aléatoire puisque deux échantillons prélevés au même niveau, à quelques décimètres de distance, ont fourni des valeurs de 2,60 et 3,40 ; ces valeurs ne peuvent être considérées comme significatives puisque tous les échantillons analysés étaient recouverts d'un concrétionnement calcaire ; la valeur la plus basse correspond à des éboulis cimentés par un revêtement calcitique induré, la valeur la plus élevée, à des échantillons enduits d'un concrétionnement lacuneux et friable.

L'analyse du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm apporte des indications supplémentaires.

Le premier échantillon (base de la couche) correspond à un matériel de texture sablo-argilo-limoneuse présentant des caractéristiques identiques à celles de l'échantillon prélevé dans le niveau 4A1 dans le secteur n° 1 : il peut donc être interprété comme le résultat de faibles remaniements par solifluxion du dépôt sous-jacent.

Le deuxième échantillon, de texture plus grossière, est représentatif du produit de désagrégation de la roche calcaire ; on notera cependant une valeur encore élevée du pourcentage des colloïdes à ce niveau. La fraction sableuse est ici enrichie en agrégats concrétionnés dont la présence coïncide avec celle de concrétions parmi les fractions plus grossières.

Le troisième enfin est de texture plus grossière avant décarbonatation, du fait de la présence d'agrégats concrétionnés ; ces derniers sont encore plus abondants que dans le cas précédent, parmi les sables grossiers. Il s'agit donc d'un matériel très hétérométrique, en tous points comparable à celui du niveau 40 que nous avons attribué à des remaniements par cryoturbation.

Couches 2G3, 2G2 et 2G1

Si l'on en croit les seules données de l'analyse granulométrique globale des échantillons prélevés dans les secteurs n° 2 et 3, aucune différence fondamentale n'apparaît dans la composition des dépôts correspondants (Pl. 47 et 52). Les éboulis (100 mm à 10 mm) sont extrêmement rares dans les différents échantillons analysés : ils représentent 5 % du matériel à la base du dépôt dans le secteur n° 2 et 2 % seulement au même niveau dans le secteur n° 3 ; ils augmentent sensiblement vers le sommet au niveau duquel nous avons situé la couche 2G1 (15 % dans le secteur n° 2, près de 10 % dans le secteur n° 3). Sur toute la hauteur du dépôt considéré, les éboulis sont de faible diamètre et excèdent rarement 40 mm. Ce sont tous des éléments très émoussés (indice d'émoussé voisin de 65), assez fortement altérés. Une particularité significative apparaît cependant à l'examen de la courbe de variations des fractions moyennes : granules et graviers conservent des valeurs relativement stables dans les premiers échantillons (5 % environ) mais augmentent brusquement à mi-hauteur du dépôt, où elles atteignent 18 % dans le secteur n° 2 et 10 % dans le secteur n° 3.

L'analyse des échantillons prélevés dans les mêmes formations dans le secteur n° 1 introduit d'autres nuances. A la base du dépôt que nous dénommons 2G3, les caractéristiques texturales globales du sédiment sont équivalentes à celles que nous avons définies précédemment au même niveau (Pl. 36) ; les éboulis également émoussés et présentant des valeurs de porosité comparables (Pl. 37), représentent 5 % du matériel dans les deux premiers échantillons, mais passent progressivement à 9 % et même 23 %, avant que ne se manifeste sur le diagramme une avancée de la catégorie des granules et des graviers. Quelle que soit leur provenance, les éboulis conservent des dimensions relativement réduites puisque 60 % d'entre eux n'excèdent pas 30 mm de diamètre. L'indice d'émoussé demeure élevé, la porosité semble cependant diminuer vers le haut. L'augmentation de la teneur du sédiment en fractions grossières correspond à la couche 2G2 qui présente des caractéristiques plus nettement définies dans le secteur n° 5.

Dans ce secteur en effet, l'ensemble du dépôt correspondant à la couche 2G3 se caractérise par l'absence quasi totale des fractions grossières : les quatre échantillons que nous avons analysés comportent plus de 98 % de matériel inférieur à 2 mm.

A l'inverse de ce que nous avons constaté dans le secteur n° 1, on ne remarque ici aucune augmentation progressive de la proportion d'éboulis ; la couche 2G2 est ici nettement individualisée et se caractérise, au vu de la granulométrie globale, par une brusque apparition de la fraction correspondante qui représente 35 % du sédiment, les éboulis de diamètre supérieur à 100 mm qui sont visibles sur la coupe n'étant évidemment pas pris en considération. Ces éléments, parmi lesquels nous avons décompté 10 % de plaquettes, présentent des valeurs d'émoussé et de porosité identiques à celles que nous avons mesurées au même niveau dans le secteur n° 1.

Contrairement à ce que nous avons remarqué dans les secteurs n° 1, 2 et 3, on ne constate pas ici d'augmentation du pourcentage de graviers à la base de la couche 2G1. Les éboulis par contre, beaucoup moins abondants et surtout moins volumineux que dans la couche 2G2, conservent des valeurs relativement importantes à la base du dépôt et augmentent ensuite progressivement vers le sommet où ils atteignent un pourcentage de 23. Les plaquettes y sont présentes et représentent toujours plus de 15 % de la fraction.

Ces différentes caractéristiques nous conduisent donc à attribuer les couches 2G3, 2G2 et 2G1 à trois phases de sédimentation différentes, dont les modalités peuvent apprécier avec plus de précisions au vu des caractéristiques sédimentologiques du matériel de diamètre inférieur à 2 mm.

Le sédiment fin provenant de la couche 2G3 présente des caractéristiques homogènes sur toute la hauteur du dépôt et dans les différents secteurs considérés. Il s'agit dans tous les cas d'un sable argileux, faiblement limoneux, dans lequel les carbonates, présents surtout dans la fraction colloïdale, représentent environ 15 % du matériel. Les courbes cumulatives qui le caractérisent présentent un tracé régulier et généralement bien redressé dans le domaine des sables fins ; l'indice d'hétérométrie demeure, à quelques exceptions près que nous allons exposer, voisin de 0,70. Dans le détail, en effet, on peut noter dans les échantillons provenant du sommet du dépôt dans les secteurs n° 1 et 2 un enrichissement des sables grossiers en particules de roches calcaires ainsi qu'une augmentation des valeurs de l'indice d'hétérométrie, tant sur échantillon décarbonaté que sur échantillon brut.

Dans le secteur n° 3 par contre et plus particulièrement dans le secteur n° 5, les sables grossiers ne comportent que très peu de particules calcaires et les valeurs de l'indice d'hétérométrie demeurent relativement stables.

Ces caractéristiques, liées à la présence de composantes d'origine sidérolithique dans la fraction des sables, nous permettent d'interpréter l'ensemble de la couche 2G3 comme le produit d'une sédimentation par ruissellement. L'augmentation des valeurs de l'indice d'hétérométrie vers le sommet du dépôt est sans doute liée à la désagrégation d'éléments calcaires plus grossiers qui subsistent encore localement à ce niveau (secteur n° 1).

Cette interprétation se trouve d'ailleurs confirmée par les caractéristiques texturales du matériel fin provenant de la couche 2G2 où prédominent les éboulis calcaires.

Le sédiment fin prélevé à différents niveaux de la couche 2G1 ne présente pas des caractéristiques fondamentalement différentes ; il s'agit d'un matériel sablo-argilo-limoneux, moins grossier cependant que précédemment du fait de la présence d'une phase colloïdale mieux fournie.

Quelques précisions apportées par la comparaison des courbes cumulatives et de celle des valeurs de l'indice d'hétérométrie méritent néanmoins d'être retenues.

Dans le secteur n° 5, tous les échantillons se répartissent en des courbes de même morphologie que celles du sommet de la couche 2G3 et présentent un indice d'hétérométrie du même ordre de grandeur.

Les carbonates, encore peu abondants à la base du dépôt, augmentent progressivement vers le sommet, alors que les sables grossiers s'enrichissent en particules de roche calcaire.

Dans le secteur n° 1 par contre et de façon plus nettement marquée dans les secteurs n° 2 et 3, on note pour quelques échantillons une diminution des valeurs de l'indice d'hétérométrie, sans qu'il soit toutefois possible d'établir une relation entre ces valeurs et une stratification à l'intérieur du dépôt. Des phénomènes de ruissellement locaux et épisodiques peuvent donc avoir pris place pendant la période correspondante ; ces phénomènes semblent s'être marqués avec plus d'intensité dans le secteur n° 3.

La confrontation des différentes données d'analyses nous conduisent à établir une relation entre la faible augmentation de la teneur du sédiment fin en matériel colloïdal dans la couche 2G3 (secteurs n° 2 et 3 particulièrement), l'accroissement des valeurs du ΔpH au même niveau et le concrétionnement qui affecte la couche 3 sous-jacente. Il est vraisemblable que des phénomènes d'altération de faible importance sont intervenus peu avant la mise en place de la couche 2G2.

Une évolution similaire mais plus nettement marquée encore, se manifeste dans la couche 2G1 où l'on remarque dans les trois secteurs considérés une augmentation du pourcentage des colloïdes de haut en bas du dépôt et un accroissement concomitant des valeurs du ΔpH. Les phénomènes de lessivage mis en oeuvre sont vraisemblablement responsables de l'enrichissement du sédiment en agrégats concrétionnés à la base de la couche 2G1 (secteur n° 2) ainsi que dans la couche 2G2 et au sommet de la couche 2G3.

Couches 2F, 2E et 2D

Nous groupérons en un même ensemble sédimentaire l'ensemble des dépôts correspondants aux couches 2F, 2E et 2D.

Du point de vue granulométrique, on note une augmentation progressive de la proportion des fractions de diamètre supérieur à 10 mm dans les différents secteurs considérés. Leurs pourcentages qui oscillent entre 20 % (secteur n° 1, Pl. 36), 25 % (secteur n° 2, Pl. 47) et 15 % (secteur n° 3, Pl. 52) à la base du dépôt passent par une valeur maximale au niveau de la couche 2E (respectivement 50 %, 70 % et 40 %) où les éléments correspondants sont accompagnés in situ de blocs de diamètre supérieur à 100 mm. Dans les secteurs n° 1 et 2 enfin, ces pourcentages tendent à diminuer progressivement vers le sommet du dépôt (couche 2D).

Cette évolution s'accompagne d'une modification de la taille et de la morphologie des éboulis. On constate en effet la relative abondance des éléments de diamètre inférieur à 20 mm dans la couche 2F, la prédominance des éboulis grossiers dans la couche 2E, puis une nouvelle augmentation du pourcentage d'éléments de faible diamètre au sommet (couche 2D). Les plaquettes, encore faiblement représentées dans la couche 2F forment près de 50 % de la fraction dans la couche 2E ; l'indice d'émoussé acquiert une valeur minimale au même niveau.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm, bien que présentant des variations texturales importantes, surtout sensibles dans une augmentation du pourcentage des colloïdes au sommet du dépôt, témoigne d'une même origine qui peut être attribuée à la désagrégation de la roche calcaire.

Remarquons enfin que le matériel de diamètre inférieur à 0,002 mm dont la proportion s'accroit considérablement dans la couche 2D contient une forte proportion de calcaire colloïdal, puisque le traitement par HCl entraîne une diminution de près de 15 % de la fraction correspondante (secteur n° 1) : il s'agit là vraisemblablement du résultat de phénomènes de lessivage ultérieur auxquels sont par ailleurs attribuables l'augmentation des valeurs du ΔpH au même niveau, ainsi que la présence d'une forte proportion de concrétions calcaires dans la catégorie des graviers.

Le sommet du remplissage correspondant aux couches 2C, 2B, 2A et 1 ayant été évacué avant notre intervention et étant fortement perturbé par la végétation actuelle dans le zone Nord du gisement, n'a pas été étudié.

Nous rappellerons seulement ici que selon F.BORDES (1972) les couches 2A, 2B et 2C consistaient en un dépôt de sable jaunâtre associé à des éboulis calcaires anguleux.

III-ATTRIBUTION CHRONOLOGIQUE ET SIGNIFICATION CLIMATIQUE DES DEPÔTS

Nous rappellerons que, au vu d'observations stratigraphiques et de données archéologiques pour le détail desquelles on voudra bien se reporter en début de chapitre, F.BORDES a respectivement attribué les couches 9 et 8, 7 et 6 et X aux premier , deuxième et troisième stade la glaciation rissienne et les couches 5 à 1 au premier stade würmien.

Les précisions d'ordre stratigraphique et pédologique que nous avons obtenues par l'utilisation d'une méthode descriptive minutieuse des dépôts, ainsi que par les résultats de l'étude sédimentologique que nous venons d'exposer, si elles n'apportent aucun nouvel élément quant à la chronologie générale du remplissage telle qu'elle a été proposée par F.BORDES, introduisent cependant un certain nombre d'arguments supplémentaires concernant la validité des grandes subdivisions chrono-stratigraphiques établies par cet auteur.

Précisons enfin que l'attribution de la couche X au Riss III est confirmée par le fait qu'à Combe-Grenal, les dépôts à industries acheuléennes, affectés par la pédogénèse de l'interglaciaire Riss - Würm, sont surmontés de dépôts à industries moustériennes dont l'étude sédimentologique a permis de mettre en évidence une séquence climatique en tous points superposable à celle que nous proposons pour les couches 5 à 2 du Pech-de-l'Azé (LAVILLE H., 1969a, 1969b, 1972c).

Les dépôts ante-rissiens : couche 10

Ainsi que nous l'avons exposé, la couche 10 constitue le terme le plus profond du remplissage et s'étage sur une épaisseur de 5,80 m dans la zone où nous l'avons explorée.

Essentiellement constituée par un matériel sableux particulièrement bien trié et disposé en stratifications horizontales, obliques ou entrecroisées, elle témoigne d'une sédimentation d'origine alluviale.

Le matériau constitutif dans lequel nous avons reconnu une prédominance de grains de quartz émoussés-luisants fréquemment caverneux et incrustés d'oxydes ferriques, ainsi que de nombreux éléments gréso-ferrugineux ou ferro-manganiques roulés, provient selon toute certitude du remaniement des formations sidérolithiques qui recouvrent encore de nos jours les collines du Sarladais.

Aucun élément ne nous permet de concevoir le climat contemporain de ce dépôt. Seule l'alternance de lits et d'horizons de texture variée parfois extrêmement grossière, nous permet de conclure à de fortes variations dans la compétence du ruisseau souterrain, celles-ci étant nécessairement le reflet de variations climatiques extérieures dont nous ne pouvons cependant pas apprécier les caractéristiques. Il semble toutefois que l'ensemble de la couche procède d'un seul épisode climatique puisque aucun événement majeur n'a interrompu la sédimentation : aucun plancher stalagmitique n'est en effet visible dans le remplissage et autant que l'on puisse en juger par la faible étendue des coupes que nous avons pratiquées, aucun ravinement important ne semble s'être manifesté pendant la période correspondante.

L'attribution chronologique de ce dépôt est encore incertaine. Il précède stratigrafiquement parlant les dépôts du premier stade rissien mais peut en être séparé, du point de vue chronologique, par un laps de temps que nous ne pouvons apprécier.

La présence d'une flore archaïque mise en évidence par M.-M. PAQUEREAU (*) dans des échantillons prélevés au sommet des dépôts inclinerait cependant à dater cette formation de l'interglaciaire Mindel-Riss.

Si cette interprétation se vérifiait, il serait alors possible de dater l'enfoncement de la vallée et l'ouverture de la grotte par érosion de la fin du Mindel-Riss, puisque la première occupation humaine peut être attribuée en toute certitude au premier stade rissien.

(*) Renseignement oral.

On peut également envisager que l'ouverture de la grotte s'est réalisée un peu plus tard, ce qui pourrait expliquer l'absence de dépôt d'âge "Pre-Riss", stade rissien supplémentaire mis en évidence par Cl. THIBAULT dans le bassin de l'Adour (1970).

Les dépôts rissiens

A - Les dépôts du Riss I

La couche 9 à laquelle est associée une industrie acheuléenne, a été profondément perturbée postérieurement à sa mise en place par des phénomènes de cryoturbation ; aussi est-il difficile au vu des seules données de la sédimentologie, de caractériser de façon précise le climat contemporain de son dépôt. Les éboulis calcaires y sont cependant nombreux et leur taille relativement volumineuse suggère des conditions suffisamment rigoureuses pour entraîner une première dégradation cryoclastique du toit de l'abri.

Cette interprétation trouve confirmation dans les données de l'analyse palynologique (PAQUEREAU M.-M., 1969a et 1969b) puisque à ce niveau la flore ne comporte que 5 % seulement d'arbres, ceux-ci étant uniquement représentés par Pinus silvestris. La strate herbacée, très développée,est dominée par les Composées, celles-ci étant suivies par les Graminées puis par les Héliophiles. Quelques éléments steppiques sont également présents. Enfin de nombreuses spores de Lycopodium et de Selaginela selagenoïdes indiquent également un climat rigoureux.

La faune n'apporte que peu de renseignement du point de vue climatique ; on y rencontre le Megaceros, de nombreux Bovidés, de l'Elephant (Elephas antiquus ?), de nombreux Chevaux, le Rhinoceros de Merck et le Loup. La grande abondance du Cerf et du Chevreuil semblerait indiquer que quelques feuillus existaient en quelques secteurs abrités de la région.

Les phénomènes de cryoturbation dont a été le siège la couche 9 et qui se manifestent par une disposition particulière du dépôt, par un façonnement des éboulis, et un mauvais classement du sédiment fin, peuvent être interpréter comme le résultat d'une augmentation de l'humidité dans un régime climatique déjà instable.

Ces événements sont annonciateurs du nouvel épisode climatique auquel est attribuable l'édification de la couche 8.

Si l'on prend seulement en considération les résultats de l'analyse granulométrique globale du sédiment et celles de la granulométrie des cailloux, seules les données dont on puisse tenir compte puisque les caractéristiques morphologiques des éboulis ont été modifiées par altération postérieure, aucune différence fondamentale n'apparaît entre la couche 9 et les premiers dépôts de la couche 8 ; les éboulis calcaires y sont tout aussi abondants et leur diamètre relativement important implique des conditions suffisamment froides pour entraîner le démantèlement des parois de l'abri par cryoclastie. La présence de quelques éboulis au même niveau à l'intérieur de la salle IIa (secteur n° 4), alors que ces éléments sont absents dans le même secteur dans la couche 9, n'est pas à notre avis un argument suffisant pour attribuer a priori la couche 8 à un épisode climatique plus froid que celui qui a présidé à la mise en place de la couche 9 : une plus large ouverture de la grotte sur l'extérieur par gélivation du porche lors de l'épisode climatique précédant est vraisemblablement la seule raison de cette particularité (*).

(*) Compte tenu des renseignements tirés de l'étude des dépôts dans l'abri concernant l'intensité des manifestations liées au froid, on peut suivre, dans les caractéristiques texturales des dépôts rissiens dans la salle IIa, l'ouverture progressive de la grotte aux influences climatiques extérieures ; c'est ainsi que la couche 9 de nature cryoclastique dans l'abri est absente dans la grotte ; la couche 8 comporte quelques éboulis, beaucoup moins nombreux cependant que dans l'abri ; le niveau 7B présente des caractéristiques texturales voisines dans les deux secteurs ; la couche 6 se charge en blocs plus volumineux dans la grotte ; quant à la couche X, elle apparaît dans la grotte de nature exclusivement cryoclastique. Il semble cependant que, au moins pendant le Riss I (c.8) et le Riss II (c.7 et 6) seuls les épisodes de gel intense se soient manifestés dans la grotte IIa : les dépôts contiennent des éboulis plus rares, mais toujours plus volumineux que dans l'abri.

La mise en évidence de manifestations de solifluxion et surtout de ruissellement par l'analyse granulométrique du matériel fin, ces dernières semblant être intervenues de façon plus continue à l'intérieur de la grotte, est significative d'épisodes de dégels importants dans un contexte déjà très humide.

L'adoucissement du climat et l'augmentation de l'humidité se sont enfin affirmés à la fin de la phase climatique correspondante ainsi qu'en témoignent la moindre abondance du sédiment en éboulis calcaires et la sédimentation par alluvionnement d'un sédiment mieux classé au sommet du dépôt.

Le taux de boisement qui est seulement de 5 % dans les sédiments prélevés à la base de la couche passe progressivement à 12 % au sommet. Le Pin silvestre et le Genévrier sont accompagnés de quelques feuillus tels que le Bouleau et, plus rare, le Noisetier. Le Sapin est présent ainsi que quelques pollens de type Epicea. Les Composées diminuent en faveur des Graminées : les Cypéracées ainsi que les Hygrophiles attestent de conditions plus humides ; les éléments steppiques sont absents ; les Fougères enfin sont abondantes et ne comportent que des éléments tempérés.

La présence du Cerf et du Chevreuil dans la faune n'a pas de valeur significative puisque ces deux espèces sont également présentes dans la couche 9. Ils sont accompagnés de Bovidés et de Chevaux ; le Megaceros est également présent ainsi que le Rhinoceros de Merck.

Ainsi, si la faune ne nous apporte que peu de renseignements sur l'évolution climatique du premier stade rissien au Pech-de-l'Azé II, la sédimentologie et la palynologie s'accordent pour reconnaître deux phases pendant la période correspondante :

- La phase 1 se caractérise par un climat froid et sec.
- La phase 2 évoque un climat encore froid mais déjà humide à ses débuts (2a), évoluant progressivement vers la fin en des conditions adoucies et plus humides encore (2b).

Cette dernière phase peut être considérée comme une oscillation climatique propre à la fin du Riss I ; il peut s'agir aussi de l'amorce des premières manifestations de l'interstade Riss I - Riss II puisque les phénomènes d'érosion postérieurs ont été ici peu marqués, épargnant l'horizon B1 du paléosol que supporte la couche 8.

B - Signification climatique du paléosol de l'interstade Riss I-Riss II

Nous avons reconnu dans la couche 8 différents horizons d'un paléosol. Celui-ci qui n'excède jamais plus de 30 cm d'épaisseur, comporte un horizon B1 caractérisé par une faible teneur en matériel colloïdal, une structure grumeleuse et une couleur brun-jaune foncé ; on y rencontre quelques petits éboulis cohérents et des fantômes de faible diamètre. L'horizon B2, plus épais, est plus franchement argileux mais sa structure demeure peu développée ; elle est grumeleuse à sub-anguleuse : aucun revêtement pelliculaire n'est visible sur les éléments structuraux ; il contient enfin des éboulis émoussés et altérés, mais encore volumineux. Il peut être suivi sur tout le front des coupes mais sa coloration brun-rouge tend à disparaître dans la grotte.

Du point de vue sédimentologique, le gradient formé par l'enrichissement en colloïdes apparaît bien individualisé, mais le taux de colloïdes demeure relativement faible, y compris dans le secteur n° 1 où l'analyse morphologique montre une plus forte altération du dépôt que dans les autres secteurs du gisement.

De telles caractéristiques supposent des conditions climatiques chaudes et humides ; pourtant , la présence d'éboulis calcaires nombreux dans le profil, l'enrichissement relativement faible de l'horizon B textural en colloïdes nous conduisent à minimiser le rôle de l'humidité pendant la période correspondante. En tout état de cause, l'humidité s'est manifestée avec une intensité certainement moindre que pendant l'interstade Riss II - Riss III. La rareté des stalactites développées au toit de la grotte pendant cet épisode et dont nous n'avons rencontré que quelques débris dans le niveau 7B sus-jacent confirme cette interprétation.

Ajoutons enfin que l'absence des horizons éluviaux mais la conservation d'un horizon B1 bien individualisé montrent que les phénomènes d'érosion qui sont intervenus postérieurement à l'optimum climatique de l'interstade Riss I - Riss II n'ont pas été très importants.

C - Les dépôts du Riss II

Ils correspondent aux couches 7 et 6, telles que nous les avons définies par l'étude descriptive des dépôts et par l'étude sédimentologique du matériel, et dans lesquelles F.BORDES a distingué trois niveaux archéologiques appartenant à une industrie acheuléenne.

Primitivement individualisés au vu de caractéristiques pédologiques différentes, ces dépôts montrent des propriétés sédimentologiques suffisamment contrastées pour que nous puissions y individualiser trois unités : le niveau 7B caractérisé par la présence d'éboulis cryoclastiques, le niveau 7A de nature essentiellement sableuse, la couche 6 primitivement chargée en éboulis au sommet, mais profondément modifiée par altération de l'interstade Riss II - Riss III. Comme cela a été le cas pour la couche 8, seule la comparaison des caractéristiques texturales et morphologiques du sédiment prélevé en différents secteurs du gisement nous a permis d'apprécier la signification de ces dépôts. Les résultats acquis apportent un certain nombre de précisions à la première interprétation que nous avions donnée par la seule étude du secteur n° 1 du gisement.

Nous avons été amené à reconnaître le résultat de quatre phases climatiques dans ces dépôts :

Phase 1 : elle correspond à l'édification du niveau 7B. Le matériel associe des sables d'origine sidérolithique, des produits de désagrégation de la roche calcaire ainsi que des éboulis d'origine cryoclastique. Ces derniers éléments, bien que relativement rares dans la grotte (secteurs n° 3 et 4) mais généralement de fort diamètre, s'amenuisent considérablement et deviennent beaucoup plus nombreux dans la zone la plus externe du gisement (secteur n° 1). Ces variations latérales de faciès témoignent de phénomènes de gélivation différentiels

intervenant à la faveur de microclimats dans le site : dans les zones abritées (fond d'abri, grotte) seuls ont pu se manifester les phénomènes de gel intense (sédimentation d'éboulis grossiers mais rares) alors que dans les zones plus exposées aux variations saisonnières (zone antérieure de l'abri) les alternances de gel-dégel ont été enregistrées de façon plus détaillée (ablation en petits éléments, gélivation de reprise).

Ces considérations nous conduisent à interpréter le niveau 7B comme le produit d'un climat modérément froid mais très humide, cette dernière caractéristique étant mise en évidence par la sédimentation de sédiment sableux par ruissellement.

Phase 2

Elle correspond à un faible arrêt de sédimentation au cours duquel l'élévation de la température et l'augmentation de l'humidité ont été suffisamment marqués pour favoriser un début de lessivage ; il est mis en évidence, du point de vue sédimentologique, par un léger enrichissement du niveau 7B en matériel colloïdal, une faible augmentation des valeurs du ΔpH au même niveau ; une partie au moins de l'enrichissement du sommet de la couche 8 en calcaire colloïdale pourrait lui être rapportée.

La validité de cette coupure climatique serait par ailleurs confirmée par les déformations d'origine cryergique qui affectent le sommet du dépôt et dont la présence introduit la réalité d'un cycle sédimentaire complet comportant une phase de dépôt, une phase d'altération et une phase d'érosion.

Notons cependant que les phénomènes d'altération nous paraissent trop faiblement marqués pour être considérés comme une manifestation interstadiaire et pour que soit envisagée la possibilité d'un quatrième stade rissien au Pech-de-l'Azé.

Phase 3

Elle est représentée par le niveau 7A. Le dépôt correspondant est essentiellement constitué par un matériel sableux dont l'enrichissement en fractions colloïdales vers le sommet, est imputable aux processus d'illuviation de l'interstade Riss II - Riss III.

La faible teneur du sédiment en éboulis et le diamètre réduit de ceux-ci, le bon classement du matériel sableux à ce niveau, enfin la présence de fragments de stalactites dans la couche 6 sus-jacente nous permettent d'y reconnaître les caractéristiques d'un climat presque tempéré et très humide.

La faune associées aux deux niveaux archéologiques acheuléens que contiennent les niveaux 7B et 7A n'apporte aucun élément de différenciation entre les phases climatiques correspondantes. Le Cerf et le Chevreuil y sont bien représentés ; ils sont accompagnés de Chevaux et de Bovidés. L'Ours (groupe Deningeri - spelaeus) y est fréquent, ainsi que le Rhinoceros de Merck, le Sanglier, la Hyène et la Panthère.

L'analyse palynologique par contre confirme les conclusions de la sédimentologie.

La base de la couche 7 (que nous pouvons assimiler à notre niveau 7B) caractérise une phase à Pin silvestre en développement s'accompagnant de quelques Abiès et Epicéas. On y rencontre le Bouleau le Noisetier et le Saule. Les Graminées y sont nombreuses, les Cypéracées et les Hygrophiles en progression.

Le sommet de la couche (niveau 7A) voit le développement des feuillus thermophiles tels que le Noisetier, l'Aulne, le Saule, le Hêtre, et plus rares, l'Orme, le Tilleul et le Chêne. Les Arbustes et les Fougères sont représentatifs de sous-bois tempérés. La flore herbacée, abondante, comporte des Graminées, des Cypéracées et des Hygrophiles.

La phase climatique que nous plaçonsentre le dépôt du niveau 7B et celui du niveau 7A et qui a été suivie de phénomènes d'érosion, n'est évidemment pas représentée dans la flore.

Phase 4

Ici prend place un épisode de plus en plus froid et de plus en plus sec.

Si l'on fait exception des caractéristiques texturales et morphologiques du sédiment tel qu'il se présente à l'avant de l'abri (secteur n° 1), où le dépôt a été profondément modifié par l'altération de l'interstade Riss II - Riss III, la couche 6 apparaît dans son ensemble comme le produit d'une sédimentation de nature essentiellement cryoclastique.

Dans le détail cependant une évolution progressive se manifeste de bas en haut de la couche 6, correspondant à l'établissement puis au développement de l'épisode climatique correspondant.

L'abondance des produits de gélifraction de faible diamètre à la base du dépôt ainsi que les manifestations de solifluxion que met en évidence la distribution du sédiment fin supposent des alternances gel-dégel répétés et de faible amplitude dans un contexte encore humide. Vers le sommet par contre, le sédiment globalement plus grossier et enrichi en éboulis de fort diamètre, ne semble avoir connu d'autre remaniement que celui des processus d'altération interstadiaire postérieurs.

La faune associé au niveau acheuléen que contiennent ces dépôts ne présente aucune différence significative avec celle que contiennent les formations sous-jacentes.

La flore par contre montre elle aussi un changement progressif des conditions climatiques dans le sens d'un refroidissement et d'une plus grande sécheresse. Le taux de boisement tombe en effet à 10 puis à 6 % avec dominance du Pin silvestre et quelques pourcentages seulement de Noisetier, Bouleau, Aulne ou Saule, qui tous disparaissent peu à peu. Les Graminées, les Composées et les Héliophiles abondent dans la strate herbacées alors que les Cypéracées et les Hygrophiles disparaissent. La rareté des espèces telles que Helianthemum, Armeria, Ephedra indique que le climat contemporain de la fin de cet épisode, bien que très rigoureux, ne fut pas véritablement steppique.

D - Signification climatique du paléosol de l'interstade Riss II - Riss III.

Par rapport au paléosol que nous avons attribué à l'interstade Riss I - Riss II, celui que supporte la couche 6 se caractérise par un développement plus considérable de son horizon d'accumulation. Celui-ci qui atteint localement 60 cm d'épaisseur, se définit par une coloration brun-rouge plus foncée que précédemment. Le sédiment, très dur à l'état sec, franchement plastique à l'état trempé, présente une structure polyédrique bien développée ; les éléments structuraux, bien individualisés, portent sur toute l'épaisseur du profil de nombreux revêtements pelliculaires argileux.

Du point de vue sédimentologique, l'horizon B textural s'individualise par une concentration particulièrement importante des fractions colloïdales puisque dans le secteur n° 1, leur taux est égal à 37 % et atteint encore 23 % dans le secteur n° 4 où les phénomènes d'altération ont été plus atténués. Les phénomènes de lessivage semblent d'autre part avoir été suffisamment intenses pour entraîner une partie de la fraction limoneuse en profondeur.

Ces caractéristiques supposent donc un climat contemporain chaud et en tous cas plus humide que celui de l'interstade Riss I - Riss II, cette dernière caractéristique étant d'autre part attestée par l'enrichissement du niveau 7B en agrégats à ciment calcaire et par la consolidation locale de la couche 8 en une véritable brèche. Enfin, le concrétionnement qui s'est développé au toit de la grotte pendant l'épisode correspondant et que l'on retrouve dans les dépôts du Riss III sous la forme de véritables dalles de calcite, confirme cette interprétation.

Nous n'avons pas trouvé trace des horizons d'accumulations superficiels du paléosol, la valeur maximale atteinte par le taux des colloïdes à l'extrême sommet du dépôt attestant que même le sommet de l'horizon B textural fait ici défaut. Cette particularité pourrait être imputable aux phénomènes d'érosion qui, nous le verrons, sont intervenus à la fin de l'interglaciaire Riss - Würm et qui ont évacué la totalité des dépôts du Riss III dans ce secteur du gisement. Pourtant, les mêmes horizons étant également absents dans la grotte où la couche 6 est immédiatement sous-jacente aux dépôts du Riss III, on est conduit à conclure qu'une érosion particulièrement importante est intervenue après l'optimum climatique de l'interstade Riss II - Riss III. On ne peut, dans l'état actuel de nos connaissances, concevoir si les manifestations d'hydromorphie qui sont visibles dans le profil et plus particulièrement dans les horizons B3 et C du paléosol, sont antérieurs ou postérieurs à ces processus d'érosion ; dans la mesure où un lessivage a pu se produire et où une structure (polyédrique) a pu se créer, elles sont en tous cas postérieures à l'épisode de pédogénèse.

E - Les dépôts du Riss III

Erodés postérieurement à leur édification dans l'abri, ils ne subsistent qu'à l'intérieur de la salle IIa où ils s'étagent sur près d'un mètre d'épaisseur. Observations stratigraphiques et données sédimentologiques s'accordent pour reconnaître en eux le résultat de phénomènes de gélivation particulièrement intenses. De bas en haut de la couche X en effet les éboulis représentent la quasi totalité du matériel et sont même associés, à mi-hauteur, à d'énormes dalles d'effondrement largement gélivés.

La présence d'une telle formation d'origine exclusivement cryoclastique à l'intérieur de la grotte, donc dans un secteur où, malgré une plus large ouverture du porche à la fin de l'interstade Riss II - Riss III, les variations thermiques étaient nécessairement atténuées, est significative d'un climat exceptionnellement rigoureux.

La sédimentologie n'introduit que peu de nuances concernant l'évolution du climat pendant l'épisode correspondant. Il semble cependant que l'on puisse attribuer la base du dépôt, de texture globale moins grossière, à un climat moins rigoureux que celui qui a présidé à l'édification du sommet.

La prédominance des plaquettes au sommet de la couche irait à l'encontre des critiques qui ont été formulées concernant la signification climatique de ces formes : leur élaboration est ici liée à un climat exceptionnellement rigoureux, ce qui confirme en tous points les conclusions de l'étude palynologique.

La flore est en effet caractérisée par un taux de boisement particulièrement faible (4 % seulement au sommet) avec le Pin silvestre comme seul représentant. La strate herbacée est dominée par l'extension des Composées (surtout Tubuliflores et Chicoracées), des Graminées et de très nombreuses Héliophiles. Les éléments steppiques sont nombreux et en progression continue vers le sommet du dépôt.

Manifestation de l'interglaciaire Riss - Würm et signification

Les événements climatiques qui, au Pech-de-l'Azé sont rapportés à l'interglaciaire, ne sont pas représentés par un sol d'altération véritable. Encore faut-il cependant préciser que les seuls dépôts dans lesquels les manifestations interglaciaires sont discernables (couche X) sont uniquement conservées dans la grotte IIa, donc dans une zone où les conditions climatiques extérieures ont été vraisemblablement atténuées et sur un matériau calcaire extrêmement grossier et homogène dont on peut difficilement concevoir la sensibilité aux processus d'altération.

Ainsi que nous l'avons démontré, on peut attribuer à l'interglaciaire sensu lato le lessivage de toutes les fractions fines du sédiment, leur illuviation et leur concentration à la base de la couche X. On peut d'autre part raisonnablement considérer que l'enrichissement en calcaire colloïdal qui se manifeste au sommet de la couche 6, ainsi que la présence des "pseudomycelliums" signalés par F.BORDES au même niveau sont liés aux mêmes phénomènes. Enfin, l'élévation des valeurs du ΔpH à la base de la couche X simultanément à l'augmentation du taux des colloïdes au même niveau atteste une importante dégradation des minéraux argileux.

Pourtant l'attribution chronologique exacte de ces phénomènes à l'intérieur de l'interglaciaire demeure hypothétique ; ils peuvent être contemporains de l'optimum climatique de la période correspondante, mais il n'est pas exclu que le lessivage des dépôts soient postérieurs à une phase d'altération et de mobilisation des colloïdes, et qu'il soit lié à une augmentation de l'humidité à la fin de l'interglaciaire.

L'érosion dont a été l'objet les dépôts du Riss III, postérieurement aux phénomènes de lessivage que nous venons d'évoquer nous a également posé un problème d'ordre chronologique.

Nous avons vu en effet que dans l'abri, la couche 5, composée d'éboulis en tous points comparables à ceux qui dans la grotte appartiennent au Riss III, repose directement sur la couche 6. A l'aplomb du porche dela grotte, les premiers éboulis de la couche 5 présentent un fort pendage vers l'extérieur et "tronquent" le sommet de la couche X. Les deux dépôts sont seulement différenciables par une indifférence de coloration, ceux de la couche X étant de couleur brun-rouge et revêtus à leur base d'un enduit argileux, ceux de la couche 5 étant de couleur plus claire. Nous rappellerons d'autre part que l'ensemble de la couche 5 porte la marque de profondes perturbations d'origine cryergique qui, nous le verrons , peuvent être attribués en toute certitude à l'instabilité climatique des premiers moments de la deuxième phase, tempérée, du Würm I.

Ces considérations nous ont conduit à émettre deux hypothèses :

a - Une partie au moins de la couche 5 est le produit du remaniement de la couche X, par les phénomènes de cryoturbation que nous venons d'évoquer. La différence de coloration qui individualise les deux dépôts serait le résultat du lessivage qui, nous le verrons, sont intervenus avant la mise en place du niveau 4D.

L'absence quasi totale des éléments steppiques dans la flore qui caractérise la couche 5, alors que ceux-ci sont particulièrement nombreux dans la couche X exclut une telle éventualité.

b - L'érosion qui a affecté la couche X sous l'abri est intervenue à l'extrême fin de l'interglaciaire Riss - Würm ou aux tous débuts du Würm I, soit par solifluxion, soit par déblaiement d'origine karstique, une plus forte altération et par conséquent une plus forte teneur du matériau correspondant en sédiment fin par altération interglaciaire, dans ce secteur, ayant favorisé le phénomène.

Les dépôts d'âge würmien

Compte tenu des arguments que nous avons développés concernant l'attribution de la couche X au Riss III et celle des événements qui sont survenus postérieurement à l'interglaciaire Riss -Würm, la datation würmienne qui est proposée pour les couches 5 à 2 incluses n'est pas contestable. Il convient d'ajouter que si la couche 5 est pratiquement stérile en matériel archéologique, aucune discontinuité stratigraphique n'apparaît entre ce dépôt et les formations sus-jacentes qui contiennent à plusieurs niveaux des industries moustériennes.

Signalons enfin qu'aucun des événements climatiques qui se sont succédés dans l'élaboration de ces dépôts, n'ayant été suffisamment marqués pour représenter une manifestation interstadiaire, l'ensemble des couches 5 à 2 appartiennent à un seul stade glaciaire.

Nos observations stratigraphiques ainsi que l'étude sédimentologique nous ont permis de démontrer la succession de 7 phases climatiques dans les dépôts würmiens du Pech-de-l'Azé II. Les caractéristiques au sommet du remplissage, telles qu'elles ont été décrites par F.BORDES, introduisent l'éventualité de deux phases climatiques supplémentaires.

Phase 1 :

Elle correspond essentiellement à la mise en place de la couche 5, qui est caractérisée sur toute son épaisseur et dans les différents secteurs du gisement par une prédominance des éboulis d'origine cryoclastique. La couche 4D, de texture différente, appartient à la fin de la même phase climatique.

La comparaison des données de la granulométrie globale et des résultats de l'analyse morphologique des éboulis d'échantillons prélevés en différents secteurs du gisement nous a permis de distinguer plusieurs subdivisions stratigraphiques à l'intérieur de la couche 5, pouvant correspondre à autant de pulsations mineures à l'intérieur d'une même phase climatique à caractère général froid.

La base du dépôt nous est apparue de texture moins grossière que la partie moyenne de la couche. Les éboulis cryoclastiques représentent à peine la moitié du matériel et sont accompagnés d'une proportion importante de graviers de roche calcaire. Les plaquettes y sont rares et les formes polyédriques anguleuses largement représentées.

Ces caractéristiques nous conduisent à interpréter ces dépôts comme le produit d'un climat froid, mais caractérisé par des alternances gel-dégel fréquentes dans un contexte encore humide.

La partie moyenne ainsi que le sommet de la couche 5 comportent un sédiment enrichi en éboulis. Ces éléments qui forment la quasi totalité du matériel analysé renferment presque exclusivement des plaquettes à mi-hauteur de la couche, celles-ci faisant place vers le sommet à des formes globuleuses et arrondies dont nous avons démontré qu'elles étaient le résultat de phénomènes de cryoturbation postérieurs.

Les caractéristiques de ces dépôts correspondent à un climat froid, à tendance plus sèche que précédemment et caractérisé par des phénomènes de gélivation de plus grande amplitude.

Le sommet des dépôts a été le siège de remaniements d'origine cryergique qui ont conduit à la formation de "nids de pierres" ainsi qu'à la perturbation de la disposition primitive de l'ensemble de la couche 5. Ces manifestations indiquent une élévation de la température, épisodique ou saisonnière, dans un contexte légèrement adouci et plus humide, l'humidité contemporaine étant attestée par ailleurs par la présence d'un enduit argileux au pourtour des éboulis, au sommet du dépôt.

La présence d'une matrice fine abondante étant nécessaire pour que puissent se produire de telles déformations cryergiques, l'absence d'une telle composante au sommet du dépôt, mais la persistance d'une fine pellicule argileuse à la surface des éboulis, sont significatives de phénomènes de lessivage postérieurs , ceux-ci étant nécessairement liés à une augmentation de l'humidité.

Bien que parfois localisée à l'intérieur des cellules de cryoturbation qui affectent le sommet de la couche 5 (secteur n° 5) la couche 4D à laquelle est associée une industrie moustérienne constitue généralement une unité sédimentaire distincte. Le faible diamètre du cailloutis calcaire qui la compose, son caractère arrondi, le mauvais classement du sédiment fin qui l'accompagne, enfin, le concassage dont témoigne le matériel lithique, sont représentatifs de phénomènes de cryoturbation, favorisés par un climat identique à celui qui a conduit à la cryoturbation de la couche 5.

En résumé nous distinguerons trois étapes principales dans la mise en place des couches 5 et 4D, correspondant à trois pulsations climatiques à l'intérieur d'une même phase.

a - Climat froid et humide marquant l'amorce de la phase climatique correspondante : base de la couche 5.

b - Climat très froid et sec : maximum climatique (zone moyenne et sommet de la couche 5).

c - Instabilité climatique dans un contexte modérément froid, mais humide, marquant le déclin de l'épisode dont il est ici question :

- Déformation cryergique de la couche 5 et création de guirlandes de cryoturbation.
- Lessivage de la couche 5.
- Mise en place et cryoturbation de la couche 4D.

La couche 5, a peu près stérile en matériel archéologique, est totalement dépourvue de vestiges paléontologiques. La couche 4D par contre contient en forte proportion le Lapin, le Cerf,et comporte également quelques restes de Bovidés et de Chevaux, du Chamois, du Rhinoceros ainsi qu'un os de Renne.

L'étude des pollens apporte moins de détails que la sédimentologie puisque seules les deux dernières pulsations que nous avons définies apparaissent sur les diagrammes polliniques. Le taux de boisement est faible dans la quasi totalité de la couche 5 et ne dépasse pas 10 %. On ne rencontre que quelques Génévriers et très sporadiques, le Bouleau et le Saule aux côtés du Pin silvestre. Les Composées Artémisiées, les Graminées et les Héliophiles dominent la strate herbacée ; les éléments steppiques demeurent extrêmement rares.

A l'extrême sommet de la couche 5 et plus particulièrement dans la couche 4D, le taux de boisement remonte légèrement, le Bouleau et le Saule ainsi que l'Aulne et le Noisetier (ces derniers demeurant rares) sont associés au Pin silvestre. Quelques Cypéracées et Hygrophiles sont également présentes.

Phase 2

Les dépôts contemporains appartiennent aux niveaux 4C à 4A. Du point de vue stratigraphique ils se répartissent en un ensemble relativement homogène constitué principalement par un matériau sablo-argileux de couleur générale brun-rouge, au sein duquel s'individualise le niveau 4C2.

L'analyse sédimentologique nous a permis d'établir que cet ensemble correspondait globalement à un épisode climatique tempéré et humide mais qui, dans le détail pouvait être subdivisé en quatre sous-phases.

a - La première correspond à la base du dépôt où se situe le niveau archéologique 4C2, attribué par F.BORDES à une industrie du Moustérien typique. L'analyse sédimentologique nous a permis d'y reconnaître trois types de sédimentation, caractérisés par trois faciès granulométriques différents.

. Un faciès franchement fluviatile, provenant du remaniement de formations sidérolithiques par ruissellement.

. Un faciès de décantation dont le matériel provient selon toute vraisemblance du réseau de fentes de la grottes.

. Un faciès de solifluxion caractérisé par un très mauvais classement du matériel.

La mise en place de ces dépôts nous semble caractériser une période d'instabilité climatique se situant à l'amorce de l'épisode d'amélioration auquel est attribuable la mise en place des dépôts sus-jacents.

b - Les formations auxquelles appartiennent les niveaux 4C1 (stérile), 4B (Moustérien à denticulés) et 4A2 (Moustérien typique) sont contemporains d'un épisode thermiquement plus tempéré et très humide. La disparition quasi totale des éboulis implique une stablilisation des parois, alors que le bon classement du sédiment fin témoignent d'un alluvionnement régulier.

c - La présence d'une phase argileuse bien fournie dans les niveaux 4A2, 4B et 4C1, sa répartition sous la forme d'un gradient harmonieux et bien individualisé dans le dépôt, l'élévation des valeurs du ΔpH au même niveau, enfin le concrétionnement qui affecte le niveau 4C2 a ainsi que la couche 4D sous-jacente nous conduisent à situer un faible arrêt de sédimentation et le développement de phénomène de lessivage immédiatement après la mise en place du niveau 4A2.

Remarquons cependant que, compte tenu de la texture originellement fine du matériel sur lequel a porté l'illuviation, le pourcentage des colloïdes demeure relativement faible, la structure est peu développée, ce qui exclut l'identification du profil ainsi déterminé à celui d'un sol d'altération véritable.

d-- La quatrième pulsation climatique identifiable correspond au sommet des dépôts dans lequel se situe le niveau archéologique 4A1 rapporté au Moustérien typique. Le matériel de texture plus grossière que précédemment et comportant une composante calcaire plus abondante est représentatif de faibles remaniements par solifluxion. Il s'agit là vraisemblablement du résultat d'un faible abaissement de la température dans un régime encore humide, au déclin de la pulsation climatique précédente.

La palynologie confirme, de façon très remarquable, cette séquence climatique. Trois sous-zones apparaissent en effet sur les diagrammes polliniques.

a - Taux de boisement s'élevant progressivement à 43%, comportant le Pin sylvestre, le Saule, le Bouleau, quelques Aulnes et Noisetiers. L'Epicéa apparait sporadiquement ; les Cypéracées et les Hygrophiles sont nombreuses.

b - Taux de boisement s'élevant progressivement à 50 puis à 57%. Le Noisetier atteint son maximum de développement. Les feuillus thermophiles tels que Aulne, Hêtre, éléments de la Chênaie, se multiplient. Le Charme et l'Erable sont également présents. On constate l'apparition d'arbustes tels que Hedera, Rhamnus, Ilex qui deviennent ensuite plus nombreux. Il en est de même des Rosacées et des Ericales.

c - Taux de boisement tombant à 17 puis 8%. Le Bouleau et le Saule sont encore présents, alors que disparaissent l'Aulne et le Noisetier. Les Cypéracées et les Hygrophiles tendent à diminuer ; les Artémisiées deviennent dominantes, et les Héliophiles sont en progression.

La faune comporte des espèces tempérées à tous les niveaux, mais la rareté des vestiges osseux réduit quelque peu leur signification.

On notera cependant la dominance du Cerf dans le niveau 4C2, suivie de quelques restes de Chevaux et de Bovidés et de rares Chevreuils, Chamois, Loups, Lapins et Renards. Le Cerf reste l'animal le mieux représenté dans le niveau 4B ; l'augmentation du pourcentage des vestiges de Chevaux à ce niveau, n'aurait d'autre signification, selon F.BORDES, qu'une prédilection des Moustériens à denticulés pour ce gibier, puisque cette particularité se vérifie assez systématiquement à tous les étages du Würm ancien. Les Bovidés se rencontrent au même niveau, ainsi que, très rares, le Rhinocéros de Merck, le Bouquetin, le Chevreuil et le Renne. La faune associée au niveau 4A2 est rare ; on y reconnaît le Sanglier, le Cerf, le Renne, le Bouquetin, la Hyène et l'Ours. La faune du niveau 4A1 semble contenir un plus fort pourcentage de Rennes.

Phase 3

La couche 3 qui lui est contemporaine et à laquelle est associée une industrie du Moustérien typique, présente du Nord au Sud du gisement des changements de faciès importants dont nous avons démontré qu'ils étaient en partie d'origine primaire (moindre épaisseur des dépôts vers la grotte) mais qu'ils étaient également liés à des phénomènes d'altération ultérieurs.

Quoi qu'il en soit cependant, la nature essentiellement cryoclastique du dépôt, la présence de blocs largement gélivés au même niveau à l'avant de l'abri, nous conduisent à attribuer la formation de la couche 3 à un épisode climatique froid et beaucoup plus sec que précédemment.

La comparaison des résultats de l'analyse des échantillons prélevés en différents secteurs du gisement et plus particulièrement dans les secteurs n° 1 et 5, fournit des informations qui se complètent pour mettre en évidence que l'amorce et le déclin du maximum climatique de cette oscillation constituent 2 pulsations mineures dont il convient de rappeler ici les caractéristiques et de définir la signification.

a - Plus particulièrement visibles sur la coupe n° 1 et plus nettement mis en évidence encore sur le diagramme granulométrique global des échantillons prélevés dans le secteur correspondant, apparaissent à la base de la couche 3 des graviers de roche calcaires disposés in situ, en de minces lentilles ; leur présence est vraisemblablement liée à des manifestations de solifluxion et peut être rapprochée du mauvais classement du matériel fin prélevé au même niveau dans le secteur n° 3. Ces manifestations se placeraient donc à l'amorce de l'épisode froid ultérieur et constituerait le prolongement de l'instabilité climatique que nous avons attribuée au déclin de la phase n° II.

b - Les éboulis qui constituent la couche 3 proprement dite représentent le maximum climatique froid de la phase n° III.

c - Le sommet du dépôt enfin se présente localement (secteur n° 5) comme une formation de débris de roche calcaire de faible diamètre, très émoussés et pour la plupart complètement arrondis, associés à un sédiment fin très hétérométrique et dans lesquels nous avons reconnu le résultat de phénomènes de cryoturbation. Il s'agit une fois encore du résultat d'une certaine élévation de la température, épisodique ou saisonnière, dans un contexte plus humide, se situant à l'articulation de deux phases climatiques différentes.

La palynologie apporte d'autres détails.

A la base de la couche, le taux de boisement descend à 14 % avec diminution des feuillus, puis tombe à 12 % avec seulement quelques pourcentages de Bouleau et de Saule aux côtés du Pin silvestre. Les Composées sont très nombreuses ; les Graminées, les Cypéracées et les Hygrophiles diminuent de plus en plus ; les Artémisiées sont très abondantes.

Correspondant au maximum climatique de la phase n° 3, le pourcentage d'arbres passe à 7 % seulement ; les Héliophiles et les Composées sont dominantes ; quelques éléments steppiques sont présents ainsi que d'assez nombreuses spores de Lycopodes et de Selaginelles.

La palynologie ne fait pas apparaître le déclin de cette phase; un nouvel échantillonnage sur la coupe n° 5 serait sans doute nécessaire.

La faune associe encore des espèces tempérées telles que le Cerf et le Sanglier à des éléments plus froids tels que le Renne et le Bouquetin. Il semblerait cependant que les espèces de climat froid soient ici mieux représentées que précédemment.

Les premiers travaux que nous avons réalisés sur le remplissage du Pech-de-l'Azé II et la comparaison de nos résultats avec ceux que nous avions acquis précédemment à Combe-Grenal (cf. BORDES F., LAVILLE H. et PAQUEREAU M.-M., 1967) nous avaient conduit à attribuer l'ensemble des couches 2G3, 2G2 et 2G1 (couches 2G' et 2G dans la nomenclature adoptées alors , cf. BORDES F. et coll., 1969, LAVILLE H., 1969a, 1969b, 1972) à une même phase climatique à caractère tempérée, celle-ci étant interrompue cependant par une brève variation à tendance plus froide représentée par le sommet de la couche 2G' et la base de la couche 2G. La poursuite de nos travaux et la comparaison de nos résultats avec ceux de l'analyse pollinique (PAQUEREAU M.-M., 1969a), nous ont conduit à réviser notre point de vue et à attribuer les couches 2G3, 2G2 et 2G1 à trois phases climatiques différentes. Nous développerons plus loins nos arguments.

Phase 4

Il s'agit de l'épisode climatique responsable de la mise en place de la couche 2G3. Comme cela était le cas pour la couche 3, ce dépôt présente des variations latérales de faciès dont il convient de tenir compte dans l'interprétation climatique.

Rappelons en effet que, si dans le secteur n° 5 plus particulièrement, il s'agit d'un sédiment essentiellement sableux que ses caractéristiques sédimentologiques permettent de rapporter à une sédimentation de nature alluviale, la même formation s'enrichit vers le sommet de quelques éboulis calcaires d'origine cryoclastique .

Cette évolution s'accompagne par ailleurs, dans les différents secteurs du gisement, de caractéristiques granulométriques particulières du sédiment fin dans lesquelles nous avons reconnu le résultat de la libération des composantes détritiques de la roche calcaire.

Il semble donc que la période correspondant à l'édification de la couche 2G3 puisse être attribuée globalement à un climat à caractère adouci et dont l'humidité a été suffisamment marquée pour entraîner une faible illuviation du matériel colloïdal, ainsi que le concrétionnement de la couche 3 sous-jacente. Il a évolué dans ses derniers moments en des conditions plus fraîches favorisant une faible désagrégation du toit de l'abri par le jeu d'alternances gel-dégel de faible amplitude.

Comparée à l'association faunique de la couche 3, dans laquelle les espèces de climat froid étaient mieux représentées, celle de la couche 2G3 présente une répartition légèrement différente et conforme à notre interprétation ; le Cerf domine à nouveau la faune, suivi par le Renne et les Bovidés.

La flore montre une remontée du taux de boisement à 23 %, dominé par le Pin et le Noisetier ; le Bouleau et le Saule sont moins nombreux que précédemment. On rencontre sporadiquement l'Aulne, l'Orme, le Tilleul, le Hêtre. Les herbacées hygrophiles sont nombreuses ; les Cypéracées et les Graminées deviennent dominantes.

Phase 5

Il s'agit de la phase climatique qu'au vu de nos premiers résultats d'analyses nous avions considérée comme une pulsation climatique mineure : il s'agit en fait d'une phase climatique véritable dont l'établissement progressif est vraisemblablement responsable des premières manifestations de cryoclastie reconnaissables au sommet de la couche 2G3 et dont la couche 2G2 constitue le maximum climatique.

Nous avons en effet montré que si la couche 2G2 paraît absente dans les secteurs n° 2 et 3 et faiblement représentés dans le secteur n° 1, elle apparaît sous la forme d'un alignement d'éboulis de fort diamètre dans le secteur n° 5. Nous l'attribuerons donc à un climat froid et plus sec que précédemment.

Les données de la palynologie vont dans le même sens que notre interprétation puisque à ce niveau, M.-M. PAQUEREAU a mis en évidence un net recul des essences arbustives (10 % seulement). Enfin la présence à nouveau dominante des Artémisiées et des Héliophiles et les importants pourcentages atteints par l'Hélianthème, conduisent le même auteur à attribuer la période correspondante à un retour de conditions froides et sèches.

Phase 6

Elle correspond à la mise en place de la couche 2G1 dans laquelle on rencontre également une industrie moustérienne de type Ferrassie.

Deux unités distinctes plus nettement marquées dans les secteurs n° 1, 2 et 3 s'individualisent dans l'ensemble sédimentaire que constitue la couche 2G1.

a - A la base du dépôt, nous avons pu mettre en évidence une brusque augmentation de la teneur du sédiment en graviers d'origine allochtone dans lesquels nous avons reconnu des débris de silex désilicifié. Bien que les données de la granulométrie du sédiment fin n'apporte pas de précision probante concernant la dynamique de ce dépôt, nous pensons y voir le résultat de manifestations de solifluxion intervenant dans les premiers moments d'un nouveau renversement climatique.

b - Les deux tiers supérieurs de la couche présentent un faciès textural différent caractérisé par l'apparition de quelques éboulis d'origine cryoclastique mais que leur rareté et leur faible diamètre permettent de rapporter à un climat à tendance générale modérément froide et à nouveau très humide. La présence de sédiment mieux trié dans un contexte provenant de la désagrégation d'éboulis calcaires permet de reconnaître des phénomènes de ruissellements locaux et épisodiques dans le tiers supérieur du dépôt : ils peuvent correspondre à un adoucissement plus nettement marqué et à une plus grande humidité du climat. Ces dernières caractéristiques sont d'ailleurs mises en évidence par une illuviation du matériel colloïdal, une plus forte altération des minéraux argileux, ainsi que par le concrétionnement du dépôt sous-jacent.

Les données de la palynologie précisent notre interprétation, puisque les caractéristiques de la flore font apparaître la phase climatique n° 6 comme plus tempérée que la phase n° 4. Le taux de boisement s'élève en effet à 33 % à son maximum avec réapparition des feuillus, dont le Noisetier bien développé. Les éléments de la Chênaie sont également présents, y compris le Chêne.;les Graminées, les Cypéracées et les Hygrophiles dominent la strate herbacée.

La faune est dominée par le Cerf, suivi par le Chevreuil et le Sanglier ; le Renne et le Bouquetin sont cependant encore bien représentés.

Phase 7

Elle correspond à la mise en place des couches 2F, 2E et 2D qui sont caractérisées dans leur ensemble par une prédominance des éboulis d'origine cryoclastique.

La comparaison des données de la granulométrie globale, de celles de la granulométrie des cailloux et des résultats de l'analyse morphologique des échantillons prélevés en trois secteurs du gisement nous ont permis d'y reconnaître le résultat d'un épisode climatique froid, dans lequel il est cependant possible de distinguer deux pulsations mineures.

a - La base du dépôt (couche 2F) dans laquelle prédominent les éboulis de faible diamètre et parmi lesquels apparaissent quelques plaquettes est représentative de phénomènes de gel et de dégel répétés de faible intensité et de faible amplitude dans un contexte modérément froid et encore humide.

A ce niveau le taux de boisement s'abaisse à 12 % ; il est représenté par le Pin silvestre, le Bouleau, le Saule et l'Aulne en très faibles pourcentages. Les Artémisiées, les Héliophiles et l'Heliantheme accusent un nouveau développement et les Graminées sont encore nombreuses ; on rencontre encore quelques Cypéracées et Hygrophiles.

b - La couche 2E se différencie du dépôt sous-jacent par une augmentation de la teneur du sédiment en éboulis, par un accroissement de leur diamètre et par la présence de plaquettes plus nombreuses ; il s'agit là du résultat d'un climat beaucoup plus froid et beaucoùp plus sec que précédemment.

Le sommet du dépôt (couche 2D) bien que profondément modifié par des phénomènes d'altération postérieurs (plus forte teneur du sédiment en colloïdes, altération du matériel argileux, concrétionnement), procède vraisemblablement du même épisode climatique.

La flore montre un nouveau recul des essences arbustives, le taux de boisement s'abaissant progressivement à moins de 10 % avec disparition de l'Aulne (couche 2E) puis rapidement de la quasi totalité des feuillus (couche 2D). Les Cypéracées et les Hygrophiles disparaissent alors que se multiplient les Artémisiées puis les Composées tubuliflores et les Chicoracées. A l'Hélianthème, présent déjà dans la couche 2E, s'ajoutent ensuite d'autre éléments steppiques.

La faune, bien que trop pauvre pour être représentative, est dominée par le Renne celui-ci étant suivi par les Bovidés.

L'altération dont témoigne la couche 2D peut caractériser une nouvelle oscillation climatique à caractère plus doux et plus humide. Dans ces conditions les couches 2C, 2B et 2A qui terminaient la séquence du Pech-de-l'Azé II, et dans lesquelles F.BORDES a remarqué la présence d'éboulis anguleux, peuvent représenter la dernière phase climatique, froide et sèche, qui,nous le verrons, termine la séquence du premier stade würmien dans le gisement de Combe-Grenal.

ETUDE DU PECH-DE-L'AZE I

Le gisement du Pech-de-l'Azé I se situe au second débouché de la grotte (Pl. 26).

Il se compose d'une vaste salle de 30 mètres de long sur 15 mètres de large environ (Pech-de-l'Azé IA), limitée vers le Nord par un étranglement du boyau qui mène à l'autre extrémité de la caverne. Le porche, de même largeur, est orienté au Sud-Est, et se prolonge vers l'extérieur par un abri orienté plein Sud (Pech-de-l'Azé IB) (Pl. 56 et 57).

Lors de la reprise des travaux dans ce secteur par F. BORDES en 1948, il subsistait encore la plus grande partie du remplissage de l'abri respecté par les fouilles anciennes et celles, plus récentes, de R. VAUFREY. Le sol de la grotte présentait par contre un aspect chaotique ; on remarquait seulement par endroits, et plus particulièrement vers le fond de la salle IA, une couche superficielle de blocailles arrondies et de sables meubles, où se trouvaient mélangés des vestiges lithiques, appartenant pour la plupart à des industries comparables à celles des niveaux supérieurs du Pech-de-l'Azé II.

Sur la paroi nord-est de la salle IA, à 1,50 m environ au-dessus du sol, subsistaient des lambeaux de brèches à ciment calcaire contenant des silex taillés. Ces "brèches suspendues", déjà remarquées par JOUANNET et AUDIERNE, ont été depuis en partie fouillées par F. BORDES. Nous verrons que les caractéristiques de l'outillage récolté à ce niveau constituent l'un des principaux arguments de l'interprétation chronologique des dépôts du Pech-de-l'Azé I.

I - STRATIGRAPHIE - ETUDE DESCRIPTIVE DU REMPLISSAGE

Les travaux de fouilles qui se succédèrent entre 1948 et 1951 sous la conduite de F.BORDES donnèrent lieu à une première interprétation stratigraphique et archéologique du remplissage de l'abri du Pech-de-l'Azé I. Selon cet auteur, la stratigraphie était la suivante de bas en haut (Pl. 58).

1 - Sable jaune, stratifié, stérile, se chargeant de petits éboulis vers le haut.
2 - "Dallage" probablement naturel, mais peut-être aménagé, de plaques calcaires.
3 - Sable remanié avec industrie : Moustérien de tradition acheuléenne de type A.
4 - Foyers noirs ou noirâtres de 0,01 m à 0,25 m de puissance. "Niveau inférieur". Moustérien de tradition acheuléenne de type A.
5 - Gros éboulis cimenté par du sable jaune. Industrie rare . Moustérien de tradition acheuléenne de transition entre le type A et le type B. "Niveau supérieur, partie inférieure".
6 - Foyers supérieurs, peu visibles, avec éboulis plus petits. Moustérien de tradition acheuléenne de type B. "Niveau supérieur, partie moyenne".
7 - Eboulis avec industrie dispersée et traces de foyers. Moustérien de tradition acheuléenne final. "Niveau supérieur, partie supérieure".

Les nouvelles prospections qui ont été effectuées au Pech-de-l'Azé I depuis 1970 et auxquelles nous avons participé lors de deux campagnes de fouilles successives, ont porté sur l'énorme remplissage de l'abri IB conservé après les travaux de 1951 ; elles ont été complétées par un sondage qui a été réalisé en 1972 dans le remplissage stérile sous-jacent au premier niveau archéologique.

Les difficultés entrainés lors des fouilles par la présence d'énormes blocs calcaires à tous les niveaux, rompant à tous lmoments la continuité latérale des dépôts, ainsi que par la présence de galeries pratiquées dans les niveaux archéologiques inférieurs par les fouilleurs clandestins, nous ont empêché de procéder à toutes les observations stratigraphiques désirables. Aussi ne donnerons-nous ici qu'une description sommaire et qu'un levé schématique des dépôts rencontrés.

Il convient de distinguer, dans ce remplissage, deux ensembles de dépôts :

- les dépôts supérieurs, composés dans leur ensemble d'éboulis d'origine cryoclastique et de blocs effondrés, et dans lequel les différents niveaux archéologiques se trouvent localisés.

- les dépôts inférieurs, de texture plus variée, totalement stériles en matériel archéologique et en vestiges paléontologiques.

A - Les dépôts supérieurs à industries moustériennes (Pl. 59).

Ils s'étagent sur une épaisseur de 6 mètres environ dans la zone Nord-Est du gisement, c'est-à-dire vers le fond de l'abri.

Les premiers dépôts rencontrés sont immédiatement sous-jacents à d'énormes blocs largement gélivés adhérants encore à l'escarpement rocheux et qui correspondent en fait aux derniers produits d'érosion du toit de l'abri.

Couche 1 : Epaisseur max. : 2,50 m

Blocs effondrés atteignant parfois plus d'un mètre de diamètre, de forme généralement polyédrique, aux angles émoussés, associés à des éléments plus petits également émoussés, le plus souvent rendus solidaires par un concrétionnement lacuneux friable. Le sédiment interstitiel est un sable argileux, faiblement limoneux de couleur brun-jaune (D63) de consistance ferme.

Renferme sur toute sa hauteur des silex taillés et des esquilles osseuses.

Couche 2 : Epaisseur max. : 0,25 m

Dépôt aux limites imprécises, caractérisé par une diminution du nombre et du volume des blocs d'effondrement. Seuls quelques éléments de 0,20 à 0,30 m voisinent avec des éboulis de forme aplatie, aux angles émoussés. Le sédiment interstitiel est également un sable argileux faiblement limoneux, mais auquel une phase argileuse plus abondante confère, à la base du dépôt, une plus forte cohésion. Sa couleur est brune (E54). Le sédiment n'est pas concrétionné.

Couche 3 : Epaisseur max.: 0,20 m

Eboulis nombreux mais généralement de faible diamètre, plus émoussés que dans le dépôt sus-jacent. Les blocs y sont rares. Le contexte est un sable peu limoneux et peu argileux, de couleur brun-jaune (D63).

Couche 4 : Epaisseur max. : 0;30 m

Dépôt globalement identique au précédent, mais comportant une proportion de blocs plus importante. Les éboulis eux-mêmes sont par ailleurs moins émoussés et renferment des plaquettes plus nombreuses. Le contexte est un sable argileux, faiblement limoneux, de couleur brune (D62) . Un léger concrétionnement friable affecte la base du dépôt.

Couche 5 : Epaisseur max. : 0,40 m

Formation caractérisée par une grande abondance des éboulis de faible diamètre et, parmi ceux-ci, par la fréquence des plaquettes. Le sédiment interstitiel est un sable faiblement argileux au sommet, de texture plus fine vers le bas, de couleur brun-jaune (D63).

La base du dépôt s'enrichit par ailleurs en quelques éléments plus grossiers.

Comme la couche 1, les couches 2,3, 4 et 5 contiennent, à différents niveaux, des silex taillés appartenant au Moustérien de tradition acheuléenne ainsi que des vestiges osseux.

Couche 6 : Epaisseur max. : 0,25 m

Dépôt de texture plus fine, caractérisé par une diminution de la teneur du sédiment en éboulis, une réduction de leur diamètre, ainsi que par un plus fort degré d'émoussé de leurs arêtes. Ils sont associés à une matrice sablo-argileuse faiblement limoneuse, de couleur brun vif (E68). C'est à la base de ce dépôt que se situent deux niveaux archéologiques nets numérotés Fa et Fb en cours de fouilles. Ils contiennent également une industrie moustérienne de tradition acheuléenne.

Couche 7 : Epaisseur max. : 1,00 m (à l'avant)

A l'avant du gisement, ce dépôt se présente comme un chaos de blocs effondrés de tous diamètre, aux arêtes émoussées, dans un contexte essentiellement sableux concrétionné. Vers l'arrière, les blocs font place à des éboulis plus petits, mais nombreux, de forme généralement polyédrique. Le contexte est de texture voisine de celle de la couche 6 mais présente une coloration brune (D62). Au sommet se place un niveau archéologique net (Fc) ainsi que deux autres niveaux plus diffus.

Couche 8 : Epaisseur max. : 0,15 m

Dépôt de texture à nouveau plus fine, caractérisé par une diminution du diamètre des éboulis et la présence d'une matrice sablo-argileuse plus abondante de couleur brun-jaune (E64).

Couche 9 : Epaisseur max. : 0,40 m

Eboulis calcaires plus abondants, de forme globuleuse, émoussés devenant plus plats à la base du dépôt. Contexte de même texture que précédemment, mais de couleur brune (D62).

Couche 10 : Epaisseur max. : 0,10 m

Localisée vers le fond de l'abri, elle est faite de sable peu argileux, meuble, de couleur jaune rouge (D56), associé à quelques éléments calcaires très émoussés et friables.

Couche 11 : Epaisseur max. : 0,20 m

Dépôt caractérisé par la présence d'un niveau archéologique particulièrement développé. Les éboulis calcaires y sont rares, très émoussés et très altérés. Le contexte est plus argileux que dans le dépôt sus-jacent et présente une coloration brun-gris foncé (E61).

Couche 12 : Epaisseur max. : 0,30 m

Alignement continu de dalles calcaires aux angles émoussés. Le sédiment intersticiel est un sable peu argileux de couleur brune (D64). Ce dernier dépôt est stérile en matériel archéologique et paléontologique et constitue le terme le plus profond de la fouille.

B - Les dépôts inférieurs (Pl. 60)

Ils ont été mis au jour dans le sondage qui a été effectué dans la zone moyenne du gisement en 1972.

Nous y avons reconnu quatre dépôts différents.

Couche 13 : Epaisseur max. : 0,75 m

Elle comporte 3 niveaux :

a - Plaquettes calcaires de fort diamètre, le plus souvent en position oblique, associées à de très nombreux graviers de quartz et pilolithes ferro-manganiques roulés. Contexte sablo-argileux, légèrement plastique, de couleur brun vif à brune (E56 à E54). Epaisseur : 0,45 m.

b - Plaquettes calcaires identiques, dans sable argileux de couleur rouge-jaune (E58). Epaisseur : 0,15 m.

c - Plaquettes disposées horizontalement, dans sable argileux de couleur brun-vif (E56). Epaisseur : 0,15 m.

Couche 14 : Epaisseur max. : 0,65 m

Formation de texture exclusivement sableuse, de couleur brun jaune à brun vif (E66 à E68).

a - Au sommet, présence de lentilles de sables grossiers en stratifications obliques ou entrecroisées.

b - Les deux tiers inférieurs du dépôt consistent en un sable homogène de texture plus fine.

Couche 15 : Epaisseur max. : 0,85 m

Formation d'éboulis calcaires dans laquelle nous avons distingué 3 niveaux.

a - Eboulis calcaires, gélivés, très émoussés et très altérés, accompagnés au sommet de nombreux graviers de quartz et de pisolithes ferro-manganiques. Contexte sablo-argileux, plastique, de couleur rouge-jaune (F46). Epaisseur : 0,30 m.

b - Eboulis plus nombreux, de forme plus plate, émoussés et altérés. Les graviers de quartz y sont plus rares que précédemment. Sédiment interstitiel sablo-argileux rouge jaune (F46), plastique et collant. Epaisseur : 0,45 m.

c - Eboulis plus dispersés dans contexte de graviers d'origine allochtone. Matrice essentiellement sableuse, de couleur rouge jaune (F46). Epaisseur : 0,10 m.

Sur toute l'épaisseur de cette couche, la plupart des éboulis sont recouverts d'une fine pellicule noirâtre pouvant correspondre à du bioxyde de manganèse. Dans le contexte sablo-argileux sont également visibles des ilôts plus clairs à contours nets, pouvant représenter des éboulis fantômes.

Couche 16 : Epaisseur max. : 1,00 m

Dépôt homogène de sable fin, de couleur brun jaune (E66).

Le matériel archéologique récolté lors des dernières fouilles est actuellement en cours d'étude. Aussi, compte-tenu des subdivisions mises en évidence lors de ces travaux, est-il impossible d'établir des corrélations précises entre la stratigraphie que nous venons de décrire et celle, plus sommaire obtenue en 1951. Il est néanmoins probable que les couches 11 à 2 correspondent globalement au remplissage fouillé à cette date, les niveaux les plus anciens étant attribuables au Moustérien de tradition acheuléenne de type A, les plus récentes, au Moustérien de tradition acheuléenne du type B ; les rares silex taillés, contenus dans la couche 1, appartiennent probablement à la même industrie.

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

En raison des difficultés rencontrées en cours de fouilles, nous n'avons pu procéder qu'à une seule série de prélèvements pour analyses sédimentologiques. Nous avons cependant essayé de compenser cet inconvénient en pratiquant un échantillonnage aussi représentatif que possible sur une aire suffisamment large.

A-Les dépôts inférieurs : couches 16, 15, 14 et 13

Les différentes données d'analyses permettent de reconnaître, dans les couches 16, 15, 14 et 13, quatre ensembles sédimentaires.

Couche 16

Les éléments de diamètre supérieur à 2 mm y sont absents. Le sédiment est un sable fin dont la médiane se situe entre 0,200 et 0,150 mm. Le matériel est bien classé (Hé = 0,35), et traduit donc le résultat d'une sédimentation de nature alluviale (Pl. 61).

Couche 15

Trois caractéristiques sont à retenir:

La prédominance des débris calcaires,

la forte proportion des éléments d'origine allochtone,

la présence d'une fraction colloïdale bien fournie.

- Les éboulis d'origine cryoclastique de diamètre compris entre 10 mm et 100 mm représentent toujours plus de 20 % du matériel dans les échantillons que nous avons analysés et atteignent une proportion maximale à mi-hauteur du dépôt (55 %) (Pl. 62, n° 1 et 2). Parmi ces éléments, les formes polyédriques prédominent à la base et au sommet de la couche, alors que la partie moyenne comporte essentiellement des plaquettes à angles vifs (75 %) (Pl. 62, n° 3). Bien que nous n'ayions pas mesuré la capacité d'absorption d'eau des cailloux, leur extrême fragilité indique une importante altération du matériau calcaire à tous les niveaux.

- Les éléments d'origine allochtone, que nous pouvons attribués à un remaniement de formations sidérolithiques, sont présents à tous les niveaux et dans toutes les fractions du sédiment. Dans la catégorie supérieure à 10 mm, il s'agit exclusivement de fragments de grès ferrugineux ou ferro-manganiques arrondis ; leur diamètre dépasse rarement 15 mm. Ils sont plus abondants à l'extrême sommet du dépôt où leur pourcentage est voisin de 5. Dans la catégorie des granules et surtout dans celle des graviers, les mêmes éléments sont accompagnés de très nombreux grains de quartz roulés ; graviers ferrugineux et graviers de quartz sont plus particulièrement abondants à la base et au sommet (respectivement 48 et 72 % contre 15 % à mi-hauteur) (Pl. 62, n° 5).

- Le matériel de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argileux dont la médiane varie de 0,200 à 0,300 mm. La grossièreté moyenne est donc supérieure à ce qu'elle était dans le dépôt sous-jacent. Cette particularité provient pour une large part d'une plus forte proportion de sables grossiers parmi le matériel sidérolithique qui a alimenté le dépôt ; elle peut également être mise sur le compte de la présence de grains de quartz grossiers,libérés par dissolution des éboulis calcaires. La présence de ce deuxième stock se traduit par un renflement des courbes cumulatives entre les mailles 2 mm et 0,500 mm (Pl. 61). L'indice d'hétérométrie s'en trouve augmenté et atteint une valeur de 1. Remarquons cependant que les échantillons provenant de la base et du sommet de la couche apparaissent mieux classés (Hé voisin de 0,70).

Egales à 3 % seulement à la base, les fractions colloïdales augmentent ensuite progressivement pour atteindre une valeur maximale de 11 % à mi-hauteur de la couche et 10 % au sommet. Leur répartition sous la forme d'un gradient bien individualisé à l'intérieur du dépôt traduit le résultat de phénomènes d'altération et de lessivage postérieurs. La friabilité des éboulis calcaires, la faible teneur en carbonate du matériel de diamètre inférieur à 2 mm, l'augmentation des valeurs du ΔpH dans les mêmes niveaux, sont vraisemblablement consécutives aux mêmes phénomènes (Pl. 63, n° 1, 2 et 3).

Couche 14

Exception faite des sables grossiers qui apparaissent localement au sommet du dépôt et dont la médiane est égale à 0,500 mm, le sédiment de la couche 14 est en tous points comparable à celui de la couche 16. Il s'agit de sable fin (Md = 0,140 mm), bien classé, (Hé = 0,35) dont l'origine fluviatile ne fait aucun doute.

Couche 13

Comme dans le cas de la couche 14, trois caractéristiques méritent d'être retenues.

- Les fractions de diamètre compris entre 10 mm et 100 mm formant la plus grande partie du sédiment : 60 % à la base, 75 % à mi-hauteur, 50 % au sommet (Pl. 62, n° 1 et 2). Il s'agit de cailloux calcaires de forme généralement aplatie (respectivement 30 %, 48 % et 25 % de plaquettes) faiblement émoussés et apparemment moins altérés que dans la couche 14 (Pl. 62, n° 3 et 4).

Les éléments ferro-manganiques et les grains de quartz roulés sont présents à tous les niveaux et dans les trois fractions considérées, mais atteignent un pourcentage maximal au sommet du dépôt (80 % contre 4 % seulement à mi-hauteur pour les graviers) (Pl. 63, n° 5).

- Le sédiment de idiamètre inférieur à 2 mm est un sable argileux. Une différence doit être établie entre les caractéristiques granulométriques du sédiment fin dans les deux tiers inférieurs et celles du sommet du dépôt. Dans le premier cas, la médiane est voisine de 0,200 mm. La fraction sableuse se répartit, comme dans le cas de la couche 15, en deux stocks différents de part et d'autre de la maille 0,500 mm et procède donc d'une double origine : remaniement de formations sidérolithique et libération des constituants insolubles des éboulis calcaires par dissolution. L'indice d'hétérométrie est égal à 0,80. Dans le second cas, le matériel est globalement plus grossier (Md = 0,300 mm) ; la courbe cumulative qui le caractérise présente un tracé régulier, aucun palier véritable ne se manifeste dans le domaine des sables grossiers (Pl. 61). L'indice d'hétérométrie est seulement de 0,65. La présence d'une importante proportion d'éléments allochtones ainsi que la disposition particulière des plaquettes au même niveau permettent d'interpréter ces caractéristiques comme le produit de manifestations de solifluxion et de cryoturbation.

Les fractions colloïdales présentent des valeurs comparables à celles que nous avons mesurées dans la couche 14. Elles se répartissent là encore sous la forme d'un gradient bien individualisé qui coïncide avec une augmentation des valeurs du ΔpH. (Pl. 63, n° 1 et 3). Il semble donc que des phénomènes de lessivage et d'altération soient intervenus après l'édification de la couche 13, de façon moins accusée pourtant que dans le cas précédent, puisque le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm y conserve une composante carbonatée plus importante (Pl. 63, n° 2).

B-Les dépôts supérieurs : couches 12 à 1

1°- Granulométrie globale et analyse ddes fraction de diamètre supérieur à 2 mm.

Au vu des résultats de l'analyse granulométrique globale et de l'analyse des fractions grossières du sédiment, le remplissage apparaît composé de 11 ensembles sédimentaires (Pl. 64, n° 1, 2 et 3 ; Pl. 63, n° 1).

Premier ensemble : couche 12

Si l'on prend seulement en considération la proportion des éboulis dont le diamètre est inférieur à 100 mm, le sédiment correspondant apparaît moyennement grossier, puisque la catégorie des cailloux ne représente que 45 % de l'échantillon analysé. Il s'agit d'éléments généralement plats (50 % de plaquettes), mais fortement émoussés (indice d'émoussé voisin de 85) et très friables. Les granules et les graviers comportent surtout des débris de roche calcaires mais également quelques grains de quartz ainsi que des éléments gréso-ferrugineux roulés (4 %).

Deuxième ensemble : Il correspond aux couches 11 et 10. La première qui, nous l'avons vu, englobe un niveau archéologique exceptionnellement dense, comporte à peine plus de 35 % d'éléments de diamètre supérieur à 10 mm. Ces éléments, de faible diamètre, sont par ailleurs très émoussés (indice d'émoussé voisin de 90) et extrêmement friables ; certains d'entre eux, de couleur noirâtre ou rougeâtre, parfois craquelés par l'action du feu, s'écrasent sous une faible pression. La seconde couche qui, rappelons-le n'est visible que vers le fond de l'abri, présente une texture globale plus fine encore puisque les cailloux forment 15 % seulement du matériel analysé. Les fractions moyennes elles-mêmes sont relativement réduites (5 %) et sont surtout composées de débris calcaires très émoussés et friables. Quelques éléments d'origine allochtone -(grains de quartz de teinte rousse et fragments de grès ferrugineux roulés) y sont présents mais ne forment pas plus de 2 % de la fraction. Signalons enfin quelques agrégats de sables concrétionnés, plus particulièrement abondants toutefois à la base de la couche 11 ; la présence d'une matière organique abondante peut être à l'origine d'une accumulation préférentielle de carbonates à ce niveau.

Troisième ensemble : Il est représenté par la couche 9 qui se caractérise in situ par la présence de blocs calcaires volumineux plus particulièrement abondants à l'avant du gisement. Les échantillons prélevés à ce niveau témoignent d'un sédiment grossier, dans lequel les éléments de diamètre supérieur à 10 mm atteignent un pourcentage de près de 70. Les débris calcaires qui composent cette fraction sont généralement volumineux et présentent une surface encore émoussée (Indice d'émoussé = 60), y compris les plaquettes qui, à la base du dépôt, représentent 60 % des éléments compris entre 30 et 60 mm. Les fractions moyennes sont légèrement plus abondantes que dans la couche sous-jacente et sont uniquement composées de fragments de roche calcaire très émoussés.

Quatrième ensemble : Par rapport à la couche 9, la couche 8, à laquelle correspond ce nouvel ensemble, s'individualise par une faible diminution de la teneur du sédiment en éboulis calcaires, et par une augmentation concomitante du pourcentage des éléments de diamètre moyen. Cette évolution s'accompagne d'une faible augmentation de leur degré d'émoussé. Les plaquettes calcaires, bien qu'ayant perdu leurs caractéristiques originelles, sont tout aussi nombreuses qu'au sommet de la couche 9.

Cinquième ensemble : Il s'agit de la couche 7 qui, sur la coupe donnée dans la Planche 59, correspond à un chaos de blocs. L'analyse granulométrique globale qui, rappelons-le, ne tient compte que des éléments de diamètre inférieur à 100 mm, donne des indications quelque peu contradictoires avec les renseignements tirés de l'observation des dépôts. On remarquera que, dans les échantillons analysés, le pourcentage des éboulis de diamètre supérieur à 10 mm oscille entre 70 et 50% seulement. La granulométrie de ces éboulis témoigne, par contre, d'un matériau particulièrement grossier, dans lequel les éléments de diamètre supérieur à 40 mm forment plus de 85% des échantillons à presque tous les niveaux ; les cailloux voisins de 100 mm, sont partout représentés. Par rapport aux dépôts sous-jacents, le pourcentage des plaquettes a considérablement augmenté (près de 50%), alors que l'indice d'émoussé acquiert ici des valeurs nettement plus faibles; celles-ci ont cependant tendance à devenir sensiblement plus importantes au sommet de la couche. Nous verrons que cette dernière particularité peut être mise sur le compte de manifestations d'altération immédiatement postérieures.

Sixième ensemble : Représenté par la couche 6, à la base de laquelle nous avons reconnu 2 niveaux archéologiques nets (Fa et Fb), il s'individualise par une nouvelle diminution du pourcentage des éboulis ; ceux-ci forment à peine 35% du matériel analysé, et ne comportent pas d'éléments de diamètre supérieur à 50 mm à la base. Les plaquettes y sont beaucoup plus rares (25% seulement), alors que l'indice d'émoussé conserve des valeurs identiques à celles que nous avons mesurées au sommet de la couche 7.

Septième ensemble : Il correspond à la couche 5. Sur le diagramme granulométrique global, cet ensemble apparait beaucoup plus chargé en éboulis que les dépôts sous-jacents, puisque les éléments de diamètre compris entre 10 mm et 100 mm représentent 90% du sédiment. Contrairement à ce qui a été signalé pour la couche 7 et, nous allons le voir, à ce qui est également le cas dans la couche 4, les valeurs obtenues sont ici représentatives de la texture globale du sédiment, telle que nous l'avons décrite en cours de fouilles. Les blocs calcaires y sont rares et l'ensemble du matériel est surtout représenté par des éléments dont le diamètre varie entre 50 et 10 mm. Les formes aplaties prédominent dans les deux tiers inférieurs du dépôt (90%), mais deviennent moins nombreuses au sommet (50%) ; l'indice d'émoussé qui, sur la plus grande partie de la couche, conserve des valeurs voisines de 30, augmente sensiblement vers le sommet. A côté de débris de roche calcaire, la catégorie des graviers enferme d'assez nombreux agrégats de sables concrétionnés sur toute la hauteur du dépôt.

Huitième ensemble : Paradoxalement, la couche 4, à laquelle correspond cet ensemble, présente, au vu de la granulométrie globale, une texture moins grossière que la couche 5 sous-jacente, alors que, in situ, il s'agit d'un alignement de blocs volumineux. La granulométrie des cailloux donne cependant l'image d'un matériel plus grossier que précédemment, puisque les cailloux de diamètre supérieur à 50 mm représentent près de 40% de la fraction. Les plaquettes sont moins abondantes que dans la couche 5, alors que l'indice d'émoussé qui ost encore élevé à la base du dépôt, décroit ensuite progressivement.

Neuvième ensemble : Il englobe l'ensemble de la couche 3. Ses caractéristiques granulométriques globales sont sensiblement identiques à celles de la couche 5 ; les éléments de diamètre supérieur à 10 mm y forment 80% du matériel analysé ; les cailloux voisins de 100 mm y sont relativement nombreux. Nous y avons dénombré plus de 60% de plaquettes. L'indice d'émoussé, enfin, acquiert des valeurs identiques à celles que nous avons obtenues dans la couche 5.

Dixième ensemble : La couche 2 qui le caractérise montre une nouvelle diminution de la proportion des éboulis calcaires qui ne forment plus que 40% du matériel. Du point de vue granulométrique, les éléments correspondants conservent des dimensions proches de celles que nous avons mesurées dans la couche 4, bien qu'il faille noter, au sommet, un faible accroissement de la proportion de débris de diamètre inférieur à 30 mm. Le pourcentage des plaquettes ne subit pas de modification significative ; quant à l'indice d'émoussé, il demeure à peu près constant, excepté au sommet où il atteint une valeur de 40. Les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) accusent, par ailleurs, une très nette augmentation sur toute l'épaisseur du dépôt ; il s'agit exclusivement de débris de roche calcaire.

Onzième ensemble : Nous avons rapporté à un même ensemble sédimentaire les différents dépôts de la couche 1 qui, in situ, se singularisent par la présence de blocs très volumineux à tous les niveaux. C'est dire qu'une fois encore, l'analyse granulométrique globale ne peut rendre compte de la composition exacte du sédiment. Quoi qu'il en soit pourtant, les valeurs que nous avons obtenues sont sensiblement constantes sur toute l'épaisseur du dépôt, l'allure en dents de scie du diagramme provenant de l'inévitable manque de représentativité des échantillons. On notera que les débris calcaires, voisins de 100 mm, sont présents à tous les niveaux. L'analyse morphologique des éboulis apporte d'autres détails : si les plaquettes sont présentes à tous les niveaux, et représentent toujours plus de 50% des échantillons, nous avons dénombré de très nombreuses formes polyèdriques dont l'origine peut être située dans la gélivation de blocs plus volumineux ; les cailloux gélivés, eux-mêmes, atteignent localement un pourcentage de 60. L'indice d'émoussé y est élevé et semble en progression régulière de la base au sommet du dépôt. La plupart des éléments enfin, cailloux, granules et graviers, portent un revêtement concrétionné (45 à 60% des cailloux, 75% des graviers).

2°- Analyses des fractions de diamètre inférieur à 2 mm

Si l'on prend seulement en considération les caractéristiques granulométriques du sédiment inférieur à 2 mm, telles que nous permet de les apprévier la lecture des courbes cumulatives, seule la couche 10 apparait originale dans un contexte parfaitement homogène. A ce niveau, en effet, le sédiment fin, de texture essentiellement sableuse (90% supérieur à 0,050 mm), se répartit en une courbe bimodale (Pl. 66) ; le premier mode, entre 2 mm et 0,250 mm, correspond à un sédiment mal classé, provenant selon toute vraisemblance en grande partie de la libération des grains de quartz de la roche calcaire, par dissolution ; le second appartient à un matériel plus homométrique (Hé = 0,30), dont l'essentiel se groupe entre 0,250 et 0,080 mm ; son origine peut être située dans le remaniement de formations sidérolithiques par ruissellement, puisque nous avons noté, au même niveau, des fragments de grès ferrugineux roulés parmi les graviers.

Le tracé des courbes établies par granulométrie des échantillons prélevés dans les autres niveaux du remplissage traduit une autre origine du sédiment : celle de la désagrégation de la roche calcaire. Ce point de vue découle en particulier de la comparaison des courbes établies sur sédiment brut et sur sédiment décarbonaté (Pl. 66). Les échantillons correspondant aux dépôts de texture globale très grossière (couches 9, 7, 5 mi-hauteur, 4, 3 et 1) donnent, avant décarbonatation, des courbes au tracé assez plat, dont l'indice de classement peut atteindre la valeur de 1,70 (couche 5, mi-hauteur). Après traitement à l'acide, les mêmes échantillons se répartissent suivant des courbes plus redressées, dont l'indice de classement oscille entre 0,80 et 1.

Pour les échantillons correspondant à des dépôts de texture globale plus fine (couches 11, 8, 6, couche 5 sommet, couche 2), et dans lesquels les autres analyses ont permis de mettre en évidence des phénomènes d'altération, les courbes cumulatives établies sur sédiment brut et décarbonaté sont très proches les unes des autres, et sont, en tous points, superposables à celles établies après décarbonatation des sédiments de texture plus grossière.

Les variations décelables dans la teneur du sédiment inférieur à 2 mm en carbonates, celles des valeurs du ΔpH (Pl. 65, n° 2 et 3), celles enfin que met en évidence le report des pourcentages de sables, de limons et d'argiles, sur des diagrammes communs (Pl. 67), apportent un certain nombre de précisions concernant les phénomènes d'altération que nous a permis de déceler l'analyse des fractions grossières.

C'est ainsi que, de la couche 9 à la couche 1 incluses, quatre zones d'altération apparaissent :

- La première correspond à la couche 8 au niveau de laquelle nous avons constaté une légère augmentation de l'indice d'émoussé. Les carbonates y sont en nette régression par rapport aux dépôts sous-jacents, la teneur du sédiment en matériel colloïdal y est plus importante ; le ΔpH accuse une faible augmentation.

- La deuxième apparait au niveau de la couche 6 ; les carbonates, bien que plus abondants que précédemment, sont légèrement déficitaires par rapport aux couches 7 et 5 ; le taux des colloïdes y est nettement supérieur, plus particulièrement dans le sédiment brut. La légère augmentation des valeurs du ΔpH, qui se manifeste à la base de la même couche et au sommet de la couche 7, peut être attribuée aux mêmes phénomènes d'altération.

-La troisième, beaucoup plus accusée, se manifeste au sommet de la couche 5 et à la base de la couche 4 ; les carbonates ne représentent plus que 25% du sédiment fin, alors que les colloïdes subissent une augmentation de plus de 5%. Cette évolution peut être rapprochée de la faible remontée des valeurs du ΔpH à la base de la couche 4 et au sommet de la couche 5, ainsi que de la présence de concrétions illuviales calcaires dans les mêmes niveaux.

- La quatrième zone d'altération se situe au niveau de la couche 2. Elle est marquée par une nouvelle baisse de la teneur du sédiment fin en carbonates, une très importante augmentation des valeurs du ΔpH ainsi que par un nouvel accroissement du taux des colloïdes, tant sur sédiment brut que sur sédiment décarbonaté.

A quelques nuances près, les carbonates conservent ensuite des valeurs sensiblement constantes jusqu'au sommet du remplissage. On notera pourtant une forte augmentation des valeurs du ΔpH ainsi qu'un accroissement du pourcentage des colloïdes. Ces deux caractéristiques doivent être rapprochées du concrétionnement qui affecte l'ensemble de ces dépôts, et dont l'origine peut être attribuée à des phénomènes d'altération postérieurs.

III - SIGNIFICATION CLIMATIQUE ET ATTRIBUTION CHRONOLOGIQUE DES DEPOTS

Les observations stratigraphiques et archéologiques réalisées lors des derniers travaux de fouilles ont permis d'isoler deux catégories de dépôts dans le remplissage de l'abri du Pech-de-l'Azé I :

- des dépôts de nature et d'origine variées, totalement dépourvus de matériel archéologique et paléontologique,

- des dépôts d'origine exclusivement cryoclastique, comportant, à plusieurs niveaux, des industries du Moustérien de tradition acheuléenne.

Pourtant, si l'on tient compte maintenant des données sédimentologiques que nous venons d'exposer, on est conduit à individualiser trois grands ensembles sédimentaires qui correspondent à trois étapes principales dans l'édification des dépôts.

- Le premier correspond aux couches 16 et 15,

- Le deuxième englobe les couches 14 et 13,

- Le troisième, enfin, regroupe les couches 12 à 1.

Les différences de texture, de structure et de disposition que nous avons mises en évidence à l'intérieur de ces dépôts traduisent le résultat desnombreuses variations climatiques qui se sont succédées au cours des trois périodes correspondantes.

A-Signification climatique des dépôts

1°- Couches 16 et 15

Elles correspondent à deux phases de sédimentation différentes.

- La première témoigne d'un épisode de très forte humidité, au cours duquel des matériaux, de texture exclusivement sableuse, se sont mis en place par ruissellement régulier. L'absence d'éléments, autres que ceux provenant du remaniement de formations sidérolithiques, exclue toute manifestation de cryoclastisme au cours de la période correspondante.

- A la deuxième phase, appartiennent des formations d'origine essentiellement cryoclastique, parmi lesquelles la présence d'une quantité importante de plaquettes témoigne de conditions climatiques exceptionnellement rigoureuses. La présence de matériaux d'origine allochtone, parmi lesquels prédominent les graviers de quartz et les éléments ferromanganiques roulés, indiquent cependant des périodes de forte humidité. Le manque d'éléments de comparaison ne nous permet pas de concevoir s'il s'agit là de manifestations épisodiques ou du résultat de dégels saisonniers. La plus grande proportion de ces éléments à la base et au sommet des dépôts pourrait indiquer deux phases d'instabilité climatique se situant respectivement à l'amorce et au déclin de l'épisode correspondant.

Plusieurs arguments permettent de situer une période d'altération importante, immédiatement après la mise en place de la couche 15. Nous rappellerons l'extrême fragilité des éboulis calcaires à ce niveau, la présence d'ilôts sableux de couleur claire que nous avons assimilés à des éboulis fantômes, la très forte décarbonatation dont témoigne le sédiment fin, la répartition d'une phase argileuse abondante sous la forme d'un gradient bien individualisé sur toute l'épaisseur du dépôt, ainsi que l'augmentation des valeurs du ApH dans les mêmes niveaux. Il ne peut s'agir là du résultat d'une simple oscillation climatique, mais plutôt d'une manifestation interstadiaire, voire interglaciaire.

2°- Couches 14 et 13

Comme dans le cas précédent, nous y avons reconnu le résultat de deux phases de sédimentation successives.

- A la première appartiennent des dépôts de texture exclusivement sableuse, mis en place par alluvionnement régulier de matériaux d'origine sidérolithique. Les produits d'érosion cryoclastique y étant totalement absents, on peut y voir le témoignage d'un climat tempéré et humide.

- La deuxième se caractérise par des dépôts d'origine cryoclastique volumineux, correspondant à des conditions à nouveau rigoureuses. Comme dans la couche 14, des graviers de quartz et des pisolithes ferromanganiques sont présents à tous les niveaux ; leur plus grande abondance à l'extrême sommet du dépôt peut correspondre à l'instabilité climatique de la fin de l'épisode correspondant.

L'édification de la couche 13 a été suivie, là encore, d'un arrêt de sédimentation. Bien que plus limités que ceux qui ont succédé à la formation de la couche 15, les phénomènes d'altération et de lessivage ont été suffisamment intenses pour entraîner la corrosion des éboulis calcaires, la dissolution du matériel carbonaté et l'illuviation du matériel colloïdal.

3°- Couches 12 à 1

Le remplissage correspondant y apparait d'origine essentiellement cryoclastique, et témoigne donc de conditions climatiques exceptionnellement rigoureuses. Les variations texturales que nous y avons identifiées nous ont permis d'y reconnaitre la succession de huit phases climatiques principales ; aucune des phases d'altération qui sont intervenues pendant la période correspondante ne nous parait suffisamment marquée pour représenter une manifestation interstadiaire ; elles traduisent seulement des épisodes plus modérés et plus humides, dans un contexte exceptionnellement rigoureux.

Phase 1 :

Nous attribuerons à une même phase climatique à caractère froid mais humide l'ensemble des couches 12 à 8.

Mises à part quelques variations de détail, l'ensemble de ces dépôts présente, en effet, un certain nombre de caractéristiques communes, parmi lesquelles la présence d'éboulis cryoclastiques à tous les niveaux, et surtout le fort degré d'émoussé que présentent ces éléments,sont les aspects les plus immédiats.

Dans ce contexte, la raréfaction des éboulis, qui se manifeste dans la couche 11, est vraisemblablement liée à une atténuation des influences climatiques extérieures par la présence d'un habitat extrêmement dense, et, si l'on en croit la forte épaisseur du niveau archéologique correspondant, d'assez longue durée. La couche 10, que ses propriétés texturales permettent de rapporter à des manifestations de ruissellement, ne représente probablement qu'un phénomène local ; quant à la plus forte altération dont témoigne le sédiment fin de la couche 8, elle ne correspond sans doute qu'à une plus forte humidité passagère du climat dans un contexte encore rigoureux, puisque le sédiment pris globalement ne présente pas de caractéristiques fondamentalement différentes de celles des dépôts sous-jacents.

Précisons enfin que cette interprétation repose également sur la comparaison que nous avons établie entre la séquence climatique représentée par les couches 12 à 1 du Pech-de-l'Azé I et celle des dépôts du gisement de Combe-Grenal. Nous développerons plus loin nos arguments.

Phase 2 :

La couche 7 lui est contemporaine. Les dépôts correspondants, parmi lesquels nous avons reconnu une forte proportion d'éboulis d'origine cryoclastique de grande taille, évoluent vers l'avant du gisement en un chaos de blocs éboulés. Ils caractérisent un climat très froid et très sec. Le faible degré d'émoussé des éboulis à tous les niveaux, la prédominance des plaquettes à angles vifs, la teneur relativement élevée

du sédiment fin en carbonates, enfin, la faible proportion des éléments colloïdaux, excluent toute manifestation de dissolution contemporaine.

Les faibles indices d'altération décelables au sommet de la couche, et qui se traduisent principalement par une augmentation du degré d'émoussé et une faible élévation des valeurs du ΔpH, sont attribuables à une augmentation de l'humidité postérieure.

Phase 3 :

Plusieurs arguments concordants nous ont permis d'y reconnaitre le résultat d'un climat plus doux et plus humide. Bien qu'ils soient encore présents sous toute l'épaisseur de la couche 6, les éboulis calcaires y accusent une importante diminution. Ces éléments, dont le diamètre est, par ailleurs, plus faible que dans les dépôts sous-jacents, comportent des plaquettes encore nombreuses, traduisant le développement de phénomènes de gélivation encore actifs, dans un contexte néanmoins plus humide. Cette dernière caractéristique est également soulignée par une augmentation du degré d'émoussé des éléments calcaires, par une faible diminution du pourcentage des carbonates, ainsi que par la présence d'une fraction colloïdale mieux fournie. L'augmentation des valeurs du ΔpH dans la même couche, ainsi qu'au sommet de la couche 7, peut être rapportée aux mêmes phénomènes.

Phase 4 :

La mise en place de la couche 5 caractérise une nouvelle variation climatique, à caractère froid et plus sec que précédemment. Les éboulis deviennent, en effet, prépondérants, dans un contexte exceptionnellement riche en carbonates. Ils témoignent donc d'une érosion cryoclastique particulièrement active, moins intense pourtant que lors du dépôt de la couche 7, puisque les débris de roche calcaire ne sont accompagnés d'aucun bloc d'effondrement.

Phase 5 :

Les modifications texturales que nous avons mises en évidence

au sommet de la couche 5 sont significatives d'un nouveau renversement climatique, dans le sens d'un léger réchauffement et d'une augmentation considérable de l'humidité. Nous rappellerons plus particulièrement, à l'appui de cette interprétation, l'augmentation de la teneur du sédiment fin en fractions colloïdales de la base vers le sommet de la couche 5, et celle des valeurs du ΔpH dans les mêmes niveaux. La présence de concrétions calcaires illuviales à la base de la couche 5 peut être rapportée aux phénomènes de lessivages contemporains.

Phase 6 :

Elle est, à ses débuts, responsable d'un nouveau démantèlement du toit de l'abri sous la forme de larges fragments de roche calcaires, donnant naissance à l'alignement de blocs qui constituent la couche 4, lors de conditions très froides et très sèches.

Une nouvelle sédimentation, liée à des conditions vraisemblablement un peu moins rigoureuses, a favorisé l'édification de la couche 3 qui, du point de vue textural, s'individualise par l'absence de blocs d'effondrement.

L'augmentation progressive des valeurs de l'indice d'émoussé, dans les échantillons prélevés au sommet de la couche 3, est significative de manifestations d'altération postérieures.

Phase 7 :

Les manifestations d'altération dont il vient d'être question sont consécutives à une nouvelle amélioration climatique et à une nouvelle augmentation de l'humidité, coïncidant avec la mise en place de la couche 2. On notera plus particulièrement la diminution de la grossièreté moyenne du sédiment, la moindre teneur du matériel inférieur à 2 mm en carbonates, l'augmentation de la proportion des colloïdes et, surtout, les valeurs maximales prises par le ΔpH au même niveau.

Phase 8 :

Nous attribuerons à une même phase climatique l'ensemble de la

couche 1 qui s'étage sur une épaisseur de près de 2,50 m. La présence d'éboulis calcaires d'origine cryoclastique à tous les niveaux, ainsi que celle de blocs effondrés sur toute l'épaisseur du dépôt, caractérisent un nouveau démantèlement de l'abri lors de conditions climatiques extrêmement froides et sèches.

L'enrichissement du matériel fin en éléments colloïdaux au sommet des dépôts, l'augmentation des valeurs du ΔpH, ainsi que le concrétionnement qui affecte l'ensemble de la couche, représentent le produit de phénomènes d'altération postérieurs.

B-Attribution chronologique

1°- Les dépôts à industries moustériennes : couches 12 à 1

La comparaison de la séquence archéologique du gisement du Pech-de-l'Azé II avec celle du Pech-de-l'Azé I conduit au paradoxe apparent d'une grotte ouverte aux extrémités, contenant, l'une (Pech II), des industries acheuléennes surmontées de dépôts à industries du Moustérien typique, à denticulés et de type Ferrassie, l'autre (Pech I), des formations stériles, surmontées de niveaux à industries du Moustérien de tradition acheuléenne.

L'étude du matériel archéologique récolté dans les "brèches suspendues" de la grotte IA, et dans lequel F. BORDES reconnut du Moustérien à denticulés et, sans doute, du Moustérien typique, conduisit cet auteur à émettre l'hypothèse qu'un remplissage identique à celui du Pech-de-l'Azé II avait existé au Pech-de-l'Azé I. Les dépôts moustériens du Pech-de-l'Azé II ayant été datés du Würm I, il devint évident qu'un déblaiement d'origine karstique avait affecté la grotte IA lors d'un épisode particulièrement humide, soit, dans la chronologie retenue par le même auteur, au cours de l'interstade Würm I - Würm II. La grotte et l'abri I ainsi libérés de leur remplissage initial se seraient à nouveau remplis par érosion cryoclastique lors du deuxième stade würmien, simultanément à l'occupation du site par les porteurs du Moustérien de tradition acheuléenne.(Pl. 68).

Cette interprétation se trouvait renforcée par les considérations suivantes :

- Il existait, au fond de la salle IA, un dépôt remanié, contenant des silex lustrés se rapportant aux industries trouvées dans le Pech-de-l'Azé II (racloirs de type Quina en particulier), mêlés à des éboulis calcaires arrondis et à de rares pièces d'aspect plus frais attribuables au Moustérien de tradition acheuléenne du Pech-de-l'Azé I.

- Le cône interne de la salle IIA était légèrement tronqué par des phénomènes d'érosion, des lambeaux de remplissage subsistant sur les parois.

- Les "brèches suspendues" qui sont visibles dans la salle du Pech-de-l'Azé I avaient été décrites comme "plaquées au mur", aussi bien par JOUANNET que par AUDIERNE. Les premières observations de ces deux chercheurs datant de 1816, les brèches en question étaient donc bien au-dessus du sol de la grotte avant toute fouille.

Les résultats de quelques analyses palynologiques, ainsi que nos propres observations, apportent des éléments positifs nouveaux qui confirment pleinement les premières conclusions de F. BORDES.

La comparaison de l'association pollinique mise en évidence par l'étude de plusieurs échantillons prélevés dans les brèches de la salle IA, avec celle du remplissage à industries moustériennes du Pech-de-l'Azé II, permet d'établir une corrélation entre les brèches en question et les niveaux 4C et 4B du second gisement. Un premier échantillon, prélevé à mi-hauteur des brèches, indique un taux de boisement de 21%, comportant quelques feuillus seulement ; rapidement cette flore fait place à un ensemble nettement tempéré-frais et humide, avec un taux de boisement de 30-35%, dont de nombreux Noisetiers, Aulnes, Saules et, moins nombreux, Ornes et Tilleuls, quelques pollens de Chêne et de Charme. La flore herbacée est dominée par les Graminées.

Du point de vue sédimentologique, une première remarque s'impose : il existe une opposition fondamentale entre la texture essentiellement sableuse du remplissage moustérien du Pech-de-l'Azé II et celle

exceptionnellement grossière des dépôts moustériens du Pech-de-l'Azé I.

La comparaison que nous permettent d'établir les résultats de nos analyses dans les deux gisements et celle de l'interprétation climatique que nous en avons déduite, démontrent, par ailleurs, que les couches 5 à 1 du Pech II et les couches 12 à 1 du Pech I appartiennent à deux cycles sédimentaires différents : l'un, à tendance générale modérée et très humide a été entrecoupé de variations climatiques plus froides et plus sèches, dont l'établissement s'est manifesté de façon progressive par les phénomènes de cryoturbation et de solifluxion ; l'autre témoigne d'une rythmicité plus brutale des évènements : les césures climatiques ne sont plus aussi contrastées ; elles n'apparaissent que comme des vicissitudes mineures dans un contexte général beaucoup plus rigoureux.

Anticipant sur le chapitre suivant, indiquons par ailleurs que, dans le gisement de Combe-Grenal, à un remplissage d'âge Würm I, dont la séquence climatique est en tous points superposable à celle des dépôts moustériens du Pech-de-l'Azé II, succèdent des dépôts d'âge Würm II, témoignant, comme au Pech-de-l'Azé I, du développement de huit phases climatiques. Non seulement les caractéristiques sédimentologiques de chaque catégorie de dépôts sont identiques, mais l'amplitude relative et l'enchainement des évènements qui ont présidé à l'édification de ces dépôts présentent de frappantes similitudes. Parmi plusieurs points communs sur lesquels nous reviendrons plus en détail, on notera plus particulièrement la présence de blocs d'effondrement dans les couches 35 de Combe-Grenal et 12 à 9 du Pech I, que nous avons rapportées à une même phase climatique (phase 1) à caractère froid et humide, dans les couches 25 à 23 du premier gisement et 7 du second (phase n° 2, froide et sèche), dans les couches 9 et 6 à 1 de Combe-Grenal et 4 et 1 du Pech I, correspondant respectivement aux phases climatiques n° 6 et 8.

La datation Würm II qui a été proposée pour l'ensemble des dépôts moustériens du Pech-de-l'Azé I ne fait donc aucun doute ; les premiers résultats de l'analyse polinique réalisée sur ces dépôts tendraient à confirmer cette interprétation, puisque une série d'échantillons prélevés dans les premiers niveaux du remplissage correspondant

indique un climat froid et humide, avec un taux de boisement de 4 à 6% seulement, composé du Pin silvestre seul, et une flore herbacée importante dans laquelle prédominent les Cypéracées et les Graminées.

2°- Les dépôts stériles : couches 16 à 13

L'attribution des couches 12 à 1 au deuxième stade de la glaciation würmienne ne résout pas pour autant le problème de la datation des dépôts stériles sous-jacents.

Compte-tenu des arguments que nous avons développés précédemment concernant l'évacuation totale des dépôts d'âge Würm I au cours de l'interstade Würm I - Würm II, plusieurs hypothèses peuvent être avancées.

a - Les couches 16 et 15 appartiennent au Riss III, les couches 14 et 13 au début du Würm I.

C'est là une hypothèse à laquelle la mise en évidence de phénomènes d'altération postérieurs à la couche 15 d'une part, et à la couche 13 d'autre part, apporte le plus d'arguments.

Comparées aux caractéristiques des couches X (Riss III) et 5 (Würm I, phase 1) du Pech-de-l'Azé II, celles des couches 16 et 15 et 13 du Pech I ne sont pas fondamentalement différentes : elles sont stériles en matériel archéologique et paléontologique dans les deux gisements ; la couche 15 et la couche X sont essentiellement formées de plaquettes calcaires ; elles témoignent, toutes deux, de phénomènes d'altération importants, immédiatement postérieures ; la couche 13 présente, par ailleurs, des propriétés texturales identiques à celles de la couche 5 du Pech II ; les dépôts correspondants ont été affectés par des phénomènes de cryoturbation, puis par des phénomènes d'altération.

Une telle interprétation daterait implicitement la couche 14, sableuse, de la fin de l'interglaciaire Riss-Würm, puisque au Pech-de-l'Azé II, les premiers dépôts du Würm I témoignent déjà de manifestations de gélivation importantes. Elle impliquerait également que le déblaiement d'origine karstique qui a libéré le Pech-de-l'Azé I de son remplissage Würm I est intervenu avant l'optimum climatique de l'interstade Würm I - Würm II, puisque la couche 13 porte des signes indiscutables d'altération.

b - Les couches 16 et 15 appartiennent au Riss II, les couches 14 et 13 au Riss III

Dans ces conditions, l'altération qui a affecté la couche 15 serait attribuable à l'interstade Riss II - Riss III, celle que porte la couche 13, à l'interglaciaire Riss - Würm. Compte-tenu des caractéristiques sédimentologiques que présentent les dépôts correspondants, cette interprétation laisserait supposer que les phénomènes pédogénétiques d'âge interglaciaire ont été moins importants que ceux de l'interstade Riss II - Riss III, ce qui est incompatible avec ce que nous connaissons de l'intensité relative de ces deux coupures climatiques en Périgord.

La couche 14, sableuse, appartiendrait, par ailleurs, à la première partie du Riss III, ce qui est en contradiction avec les caractéristiques des dépôts contemporains de ce stade glaciaire, au Pech-de-l'Azé II.

c - Les couches 16 et 15 appartiennent au Riss I, les couches 14 et 13 au Riss II

Bien que encore faiblement étayée, c'est l'interprétation la plus conforme aux caractéristiques climatiques des dépôts correspondants, telles qu'elles apparaissent au Pech-de-l'Azé II.

Au Pech-de-l'Azé II, le Riss I est représenté par deux dépôts superposés, caractérisant, l'un un épisode climatique froid, l'autre une oscillation moins froide et plus humide. La couche 16 du Pech-de-l'Azé I n'aurait pas d'équivalent au Pech-de-l'Azé II, alors que la couche 15 correspondrait globalement aux couches 9 et 8 du second ; la présence d'un matériel d'origine allochtone, au sommet du dépôt, serait à rapprocher des manifestations d'humidité que nous avons mises en évidence à la fin du Riss I (Pech-de-l'Azé II, couche 8, sommet). Rien ne s'oppose, par ailleurs, à établir une corrélation entre les phénomènes de pédogénèse d'âge Riss I - Riss II qui ont affecté la couche 8 du Pech-de-l'Azé II, avec l'altération dont témoigne la couche 15 du Pech I.

Le deuxième stade rissien correspond, au Pech-de-l'Azé II, à deux dépôts très différents, l'un (couche 7), de texture essentiellement sableuse, l'autre (couche 6), de nature cryoclastique. Les couches 14 et 13 seraient alors leurs équivalents chronologiques, l'altération qui a affecté respectivement les couches 6 du Pech II et 13 du Pech I étant attribuables à l'interstade Riss II - Riss III.

L'absence de dépôts d'âge Riss III et de dépôts d'âge Würm I résulterait globalement d'une manifestation de l'interstade Würm I - Würm II ; elle pourrait aussi être le fait de deux phases de déblaiement consécutives : l'une, contemporaine de la phase d'érosion qui, au Pech-de-l'Azé II, a évacué la plus grande partie des dépôts d'âge Riss III, daterait donc de la fin de l'interglaciaire Riss-Würm ; l'autre représenterait une manifestation de l'interstade Würm I - Würm II.

Seule la réalisation de nouveaux sondages à l'intérieur de la salle IA permettra d'apporter de nouveaux arguments à l'une ou l'autre de ces trois possibilités.

CHAPITRE III

LE GISEMENT DE LA MICOQUE

Le gisement de la Micoque est situé dans la commune des Eyzies, sur le flanc sud-ouest du vallon de Manaurie, petit affluent en rive droite de la Vézère (Pl. 12).

Découverte fortuitement en 1895, à la faveur de travaux agricoles, cette station fit l'objet de premières recherches par G. CHAUVET et E. RIVIERE (1896).

Par la suite, les fouilles y furent continuées : en 1896 par le Dr CAPITAN, en 1897 par E. HARLE, en 1898 par D. PEYRONY, en 1903 et 1905 par L. COUTIL, en 1905 par E. CARTAILLAC, en 1906 et 1907 par O. HAUSER.

Toutes ces fouilles portèrent sur le niveau archéologique supérieur, à industrie micoquienne.

En 1906, entre deux campagnes de fouilles de O. HAUSER, D. PEYRONY reprit ses travaux et, traversant une formation indurée sous-jacente à la couche micoquienne, mit au jour un second niveau archéologique.

Par la suite, O. HAUSER loua le gisement pour 10 ans, et exploita les deux niveaux fossilifères, tout en continuant d'ailleurs à affirmer qu'ils ne constituaient qu'un unique niveau archéologique (HAUSER O., 1908 et 1911).

Entre temps, la publication par D. PEYRONY (1908)de ses premières observations stratigraphiques donna lieu à une série d'articles polémiques parmi lesquels, celui de H. OBERMAIER (1908) donne le ton des querelles suscitées par les fouilles à la Micoque.

Le bail de HAUSER terminé, D. PEYRONY fit acquérir le gisement par l'Etat et l'exploita de 1929 à 1932, mettant au jour quatre niveaux archéologiques supplémentaires dont il donna une interprétation stratigraphique, archéologique et chronologique en 1938.

Les dépôts de la Micoque ne connurent ensuite d'autres travaux qu'une fouille limitée qu'y effectua F. BORDES en 1956.

Enfin, dans le cadre de l'aménagement des gisements classiques du Périgord pour la préparation de l'excursion A5 du VIIIème Congrès INQUA, nous reprîmes, en collaboration avec J. Ph. RIGAUD, l'étude stratigraphique de la coupe laissée par les fouilles anciennes.

A - STRATIGRAPHIE ET CHRONOLOGIE : Etat de la question

I - Stratigraphie

Si l'on fait exception des quelques indications qu'ont données les anciens auteurs, les seules précisions d'ordre stratigraphique sur lesquelles ont été fondées les différentes interprétations chronologiques de la Micoque sont celles qu'a publiées D. PEYRONY en 1938 (Pl. 69).

Si l'on en croit cet auteur, avant les premières fouilles, le gisement était inclus dans un dépôt de pente qui formait un talus de 30° environ. Quelques blocs rocheux émergeant par endroits, formaient des "sortes de ceintures continues limitant des terrasses superposées" (CAPITAN, 1896). "Des blocs de 300 à 400 kilos" durent être écartés pour arriver à la couche micoquienne (HAUSER O, 1907).

Selon L. COUTIL (1905), "on trouvait à partir de la surface, d'abord 0,40 m d'humus, une couche d'environ 0,60 m de menus blocs calcaires, au-dessous de laquelle commençait un conglomérat correspondant au niveau archéologique", c'est-à-dire, dans la nomenclature de D.PEYRONY, à la couche N.

Couche N

CHAUVET et RIVIERE (1897) la décrivent comme "un dépôt à la fois anthropologique et paléontologique, se présentant parfois sous la forme de brèche tuffacée qui pénètre horizontalement dans le coteau et repose sur un fond de roches dont la surface irrégulière offre une série de dépressions, et dont l'épaisseur oscille entre 0,10 et 0,30 m. La couche est remarquable tout d'abord par son aspect légèrement jaunâtre. Elle renferme, soit soudés en brèches généralement peu dures, soit comme pièces isolées, un grand nombre d'ossements et dents d'animaux et de non moins nombreux silex taillés par la main de l'homme. On n'y rencontre aucune stratification (...)".

Une description similaire est donnée par le Dr CAPITAN. "Ce dépôt est constitué par une quantité de débris osseux et de silex taillés, agglomérés par une pâte jaunâtre parfois colorée par de l'oxyde de fer, et de consistance assez friable". (1896).

Cette couche contenait le niveau archéologique n° 6.

Couche M :

Elle nous est présentée par D. PEYRONY comme un "plancher (..) composé d'éboulis secs, réunis par un ciment de nature stalagmitique qui en forme une sorte de sol rocheux de 0,50 m d'épaisseur".

Couche L :

"(...) terres rouges mélangées à quelques petits éboulis calcaires aux arêtes vives, formant une couche puissante de 0,90 m (...)". Selon le même auteur, cette couche "n'a fourni (...) la moindre parcelle d'industrie ou de faune".

Couche K :

"Ce niveau rougeâtre est un conglomérat de 0,25 m d'épaisseur de même nature que les précédents (c'est-à-dire que les conglomérats sous-jacents), avec la seule différence qu'ils contiennent davantage de

terre rouge". Les silex que contient cette couche sont interprétés par D. PEYRONY comme "des éléments de la couche archéologique précédente (sous-jacente) J, fortement roulés sur place jusqu'à 0,25 m d'épaisseur".

Couche J :

"(...) niveau archéologique gris-rougeâtre, de 0,20 m d'épaisseur. Il est formé surtout d'ossements d'animaux, de petits éboulis calcaires et d'une industrie lithique abondante. On y remarque moins de terre rouge que dans la précédente" (dans la couche I sous-jacente).

Cette couche correspond au niveau archéologique n° 5.

Couche I :

"(...) conglomérat de 0,15 m d'épaisseur, de couleur rougeâtre, composé, comme le niveau E, d'objets roulés, fortement cimentés entre eux par des infiltrations d'eaux calcaires".

Couche H :

"Elle a 0,15 m d'épaisseur, et repose directement sur le plancher stalagmitique (couche G). Elle est de couleur rouge et composée de fragments de pierres calcaires, de silex taillés, d'ossements d'animaux, le tout mélangé à de la terre rouge provenant du ruissellement des eaux sur la pente". Elle contient le niveau archéologique n° 4

Couche G :

"Sorte de plancher d'éboulis calcaires roulés, de toutes les dimensions, dont les divers éléments sont fortement liés ensemble par un ciment de nature stalagmitique qui le rend très dur et très résistant. Ce plancher s'étend sur toute la terrasse, et comprend souvent des blocs volumineux".

Quelques silex défigurés appartiendraient, selon D. PEYRONY, au sommet de la couche F sous-jacente, repris après leur dépôt.

Couche F :

"Conglomérat de 0,40 m d'épaisseur moyenne, formé de petits éléments calcaires, de silex taillés et de rares os, le tout très roulé et cimenté par infiltration d'eaux calcaires".

Cette couche serait "la partie supérieure de la couche précédente (sous-jacente) lessivée et remaniée jusqu'à la profondeur de 0,40m". Elle contiendrait quelques silex complètement défigurés.

Couche E :

"(...) nombreux petits éléments calcaires à arêtes vives, silex taillés et ossements d'animaux (...). Elle contient beaucoup de terre rouge dont la proportion diminue de bas en haut".

Elle contient le niveau archéologique n° 3.

Couche D :

"Elle se compose d'éboulis calcaires roulés sur place, de toutes les dimensions, de 0,90 m d'épaisseur. Elle est stérile et forme, par endroits, un conglomérat très dur, difficile à entamer".

Couche C :

"Ce niveau de 0,60 m d'épaisseur (...) se compose, vers la falaise, de deux strates brunes arrivant à n'en former qu'une en avant. Les petits éléments qui la composent sont tous roulés (...). Par endroits, ils sont colorés en noir par des infiltrations d'eau chargée d'oxyde de manganèse. Sur quelques points, une mince couche de glaise enrobe les objets alors qu'elle n'existe pas sur d'autres".

Elle contient le niveau archéologique n° 2.

Couche B :

"De 0,80 m d'épaisseur moyenne (...), on n'y voit pas d'argile rouge. Tous les éléments la composant, gros et petits, sont calcaires, et ont leurs arêtes émoussées".

D. PEYRONY précise qu'"un chapelet de gros blocs, provenant d'un effondrement de la falaise la recouvre entièrement en arrière".

Couche A :

"Elle mesure 1,40 m en avant pour finir en coin en remontant

la pente. Elle se compose d'éboulis calcaires de toutes les dimensions (...) à arêtes vives, enrobés dans une argile rouge. Elle est stérile. C'est en avant, presque à la base, et les englobant totalement, qu'on remarque de grands éboulis calcaires et des blocs de conglomérats recèlant une industrie siliceuse et des restes de faune. Ces blocs ne sont pas en place, les divers éléments les composant étant placés soit verticalement, soit fortement inclinés par rapport à leur base".

Ils constituent le niveau archéologique n° 1.

II - Chronologie

1°- Données et hypothèses anciennes

Avant que F. BORDES n'en reprenne l'étude, les industries de la Micoque ont été diversement qualifiées.

Celles des niveaux archéologiques 1 et 2, "à éclats usagés", ont été attribuées, par H. BREUIL, à du Clactonien ; elles ont été qualifiées de "tayaciennes" par D. PEYRONY.

H. BREUIL a, par contre, assimilé au Tayacien l'industrie des niveaux 3, 4 et 5, alors que D. PEYRONY a classé celle du niveau 4 dans le Moustérien typique.

Les deux auteurs ont fait de l'industrie du niveau 6, un Acheuléen final, le Micoquien.

La faune trouvée associée à ces industries par O. HAUSER et D. PEYRONY, présente un caractère banal.

Les chevaux et les Bovidés sont les seules espèces représentées dans les niveaux 1, 4 et 5.

Quelques restes de Rhinoceros les accompagnent dans le niveau 2.

Le niveau 3 comporte, en outre, de rares vestiges de Cerf élaphe et de Bouquetin.

Dans le niveau 6 enfin, apparaît le Renne.

Exception faite de ceux de la couche 6, les vestiges paléontologiques de la Micoque ont donc été considérés comme appartenant à une faune chaude, de type interglaciaire, par les anciens auteurs.

Le caractère apparemment archaïque ou original des industries (Clactonien, Tayacien, Micoquien), le caractère "indifférent" de la faune, les conditions de gisement exceptionnelles, sont à l'origine des différentes interprétations chronologiques qui ont été proposées, interprétations en conformité avec les connaissances du moment.

a - H. BREUIL,en 1932, dans un "Essai de corrélations des industries paléolithiques entre elles et avec les périodes glaciaires" (p. 127), attribue "la base et le niveau moyen inférieur" (les niveaux les plus profonds n'ayant pas encore été atteints alors, il s'agit vraisemblablement des niveaux 3 et 4) à l'interglaciaire Mindel - Riss, et "le niveau moyen supérieur et le Micoquien" (niveaux 5 et 6) à l'interglaciaire Riss - Würm.

b - M. BOURGON, en 1934, assimilant les couches de la Micoque à des dépôts fluviatiles de bas niveau, considère que les "couches archéologiques de la base à la terre rouge" sont d'âge Mindel - Riss ou Riss. "La terre rouge stérile (couche L) daterait donc du Riss - Würm, ainsi que le Micoquien (...) qui la surmonte".

c - En 1937, le même auteur, révisant sa première interprétation, attribue la couche A "aux froids mindéliens", les couches B à K au Mindel-Riss et au Riss, la couche L à l'interglaciaire Riss - Würm, et date donc implicitement du Würm la couche N à industrie micoquienne.

d - En 1938, D. PEYRONY, dans la monographie qu'il consacre au gisement de la Micoque, propose l'interprétation suivante :

Les blocs de brèche de la couche A, cimentés secondairement, étaient primitivement formés d'éboulis secs, sans sédiment interstitiel. Ces éboulis se seraient donc formés sous climat froid, suivi d'une période humide dont les eaux calcaires auraient cimenté les différents éléments.

La couche M, de même composition, correspondrait également à un climat très froid.

Entre les deux couches, les ensembles C et D dont les éléments sont roulés et forment, par endroits, un conglomérat très dur, ainsi que les couches F, I, J, se seraient formées sous des conditions différentes.

PEYRONY pensait que ce furent de grandes crues de la Vézère qui provoquèrent le dépôt des couches C, D, F, I et K ainsi que leur altération. Ces crues, refoulant les eaux du ruisseau de Manaurie, créaient "du flux et du reflux qui enlevaient les terres et les éléments légers tels que les os et faisaient entrechoquer sur place les plus lourds". Cet auteur concluait donc que les couches A et M s'étaient formées au cours de périodes très froides, tandis que les couches intermédiaires s'étaient déposées sous climat tempéré et humide ; le caractère chaud de la faune confirmait alors cette interprétation.

Dans cette optique, la couche A était attribuée à la glaciation mindélienne, les couches B à L à l'interglaciaire Mindel - Riss, et la couche M au Riss. La couche N enfin, venant après une période froide, était datée du début du dernier interglaciaire.

e - Ce point de vue a été critiqué par l'Abbé BREUIL (1938). Interprétant, dans une théorie sur laquelle nous reviendrons, l'émoussé des éboulis et des silex des dépôts de la Micoque comme le produit de phénomènes de solifluxion et de cryoturbation, cet auteur révise donc sa première interprétation en accordant à ces différents phénomènes une signification glaciaire.

f - Considérant que "des couches qui se seraient formées à différents moments et si différents par le climat, d'une si longue période (...) (deux glaciations et un interglaciaire selon le point de vue de D. PEYRONY), ne pourraient ne pas présenter de lacune stratigraphique visible", R. VAUFREY (1940) propose deux hypothèses :

- Tout le gisement appartiendrait au cycle glaciaire rissien et le Micoquien se placerait au sommet du remblai ainsi déterminé. Cette hypothèse exigerait, pour R. VAUFREY qui se ralie à la théorie alors

admise selon laquelle le Micoquien se placerait d'habitude à la base du remplissage würmien des grottes, un développement du Micoquien pendant tout l'interglaciaire Riss - Würm.

- Tout le gisement appartiendrait au cycle glaciaire würmien. Le Micoquien de la base des grottes (donc dans la théorie alors retenue, contemporain du début du Würm) s'accompagnant toujours de "faune chaude" alors que la faune de la couche 6 est "froide"(Renne, Rhinoceros tichorinus), R. VAUFREY s'interroge sur une possible persistance du Micoquien de la base des grottes, au cours du Würm, jusqu'au Micoquien de la couche 6 de la Micoque.

g - M. BOURGON (1951, publication parue en 1957), attribuant l'industrie de la couche 2 à du Tayacien, celle des niveaux 3 et 4 à du Protomoustérien et celle de la couche 5 à de l'Acheuléen, propose une nouvelle interprétation.

L'extrême base de la Micoque"avec ses effondrements sans doute d'origine cryoclastique, représenterait une période froide (...) celle des vieux dépôts de pente", (c'est-à-dire le Riss).

"Les niveaux moyens (...) dateraient selon toute vraisemblance du dernier interglaciaire". Le niveau micoquien correspondrait "au palier de la basse terrasse et au début de la phase d'érosion qui sépare cette basse terrasse des alluvions de fond de vallée", c'est-à-dire au début du Würm.

h - F. BORDES enfin, en 1953, donc avant qu'il n'effectue ses fouilles à la Micoque, avance une nouvelle théorie.

Selon cet auteur, la couche A pourrait être "très ancienne". Les couches B, C, D ainsi que les brèches qui surmontent les niveaux archéologiques 3, 4 et 5, représentent des couches d'éboulis thermoclastiques primitivement anguleux dont la morphologie originelle aurait été modifiée par l'eau de la source qui exista au fond du gisement ainsi que par la cryoturbation. Les couches 3, 4 et 5, terreuses, représenteraient soit des interstades, soit des moments de froid plus humide où les terres auraient été ruisselées du plateau.

La couche L serait la seule couche que l'on puisse attribuer à l'interglaciaire Riss-Würm et, peut être seulement, à son épisode froid. La couche M et la couche micoquienne dateraient alors du début de la dernière glaciation.

2°- Données et hypothèses récentes

Différents arguments d'ordre géologique, archéologique et paléontologique, que nous résumerons ci-après, ont conduit F. BORDES et F. PRAT (1965) à reconsidérer les différentes interprétations qui ont été proposées concernant la datation du gisement de la Micoque.

Selon ces auteurs, la couche A serait vraisemblablement mindélienne, les couches B à E dateraient du Riss I, les couches F à H seraient contemporaines du Riss II et les couches H à L, du Riss III ; le sommet des dépôts (couches M et N) serait alors attribuable au début du Würm I.

a - Les fouilles limitées de F. BORDES dans les niveaux 5, 4 et 3, en 1956, ont conduit cet auteur à assimiler la texture "terreuse" et la coloration rougeâtre qui caractérisent la couche E et son niveau archéologique n° 3, à une manifestation pédogénétique interstadiaire. "La couche archéologique, oblique, passait d'un sédiment rouge, altéré, à un sédiment verdâtre situé plus bas"(BORDES F. et coll., 1969).

Les couches H et L, présentant des caractéristiques texturales similaires, sont considérées par F. BORDES comme le produit de phénomènes d'altération, attribuables respectivement à l'interstade Riss II - Riss III et à l'interglaciaire Riss - Würm.

b - L'analyse typologique et statistique du produit des fouilles de O. HAUSER et de D. PEYRONY, ainsi que celle des objets récoltés lors de ses propres fouilles, ont conduit F. BORDES à reconsidérer l'interprétation archéologique des différentes industries de la Micoque (BORDES F., 1969).

- Si l'on en croit cet auteur, la petite série lithique provenant du niveau 1 n'est pas suffisamment caractéristique pour être qualifiée avec précision. Elle pourrait être abbevilienne, acheuléenne ou clactonienne.

-L'industrie du niveau 2 est totalement défigurée par des phénomènes naturels et, de ce fait, indéterminable.

- Celle du niveau 3, par contre, bien caractérisée, peut être rapportée à un "Moustérien primitif ayant quelques rapports avec le type Quina".

- L'aspect général des objets du niveau 4 évoquerait une industrie moustérienne.

- La série lithique attribuée au niveau 5 par D. PEYRONY est vraisemblablement le produit du mélange de deux industries : l'une correspondant au niveau contenu dans la couche géologique J, l'autre (5'), isolé par F. BORDES lors de ses fouilles, situé à la base de la couche L.

La comparaison des caractéristiques typologiques de l'outillage provenant des fouilles PEYRONY et de ses propres fouilles conduit le même auteur à affirmer "qu'il pourrait bien y avoir à la Micoque, un vrai niveau acheuléen dans la couche 5 au sens large".

La présence d'industries à affinités moustériennes dans les couches 3 et 4, et d'un véritable acheuléen vers le sommet du remplissage, confirmerait donc l'attribution des dépôts correspondants à la glaciation rissienne.

c - La nouveauté en matière de paléontologie a été la découverte, dans le niveau 3, d'une dent de Renne, et dans la couche 5', de deux autres dents du même animal.

S'appuyant sur les caractéristiques faunistiques des trois stades rissiens, telles qu'elles apparaissent dans les gisements du Pech-de-l'Azé II et de Combe-Grenal, les deux auteurs précités sont conduits à mettre en parallèle les séquences représentées dans ces deux gisements avec celle de la Micoque (F. BORDES et F. PRAT, 1965).

Au Pech-de-l'Azé II, le Riss I et le Riss II présentent une faune banale, comparable à celle des niveaux de la Micoque. A Combe-Grenal, le Riss III comporte, en grande abondance, du Renne.

A la Micoque, les deux dents du même animal trouvées à la base de la couche L (niveau 5') pourraient alors appartenir au même

stade glaciaire.

Quant au Renne isolé du niveau 3, il serait "le pendant des quelques Rennes qui se sont aventurés dans le Sud-Ouest au Würm I".

d - Enfin un dernier argument, d'ordre paléontologique également, doit être pris en considération.

Au vu des caractéristiques ostéologiques et odontologiques, F. PRAT (1968) rapproche les chevaux de la Micoque de Equus caballus mosbachensis ; cette espèce serait à Achenheim, associée au loess ancien inférieur ; au Pech-de-l'Azé II (couche 9), Equus caballus cf. mosbachensis est contemporain du premier stade rissien.

Considérant par ailleurs qu'au cours du Riss III, apparaît dans le Sud-Ouest de la France, Equus caballus piveteaui que F. PRAT considère comme le terme ultime du Phylum auquel appartient Equus caballus mosbachensis, l'absence de cette sous-espèce parmi les chevaux de la Micoque permettrait de dater les niveaux fossilifères 2, 3, 4 et 5 du premier et du deuxième stades de la glaciation rissienne.

B - NOS PROPRES OBSERVATIONS

Bien que l'ampleur des travaux de fouilles et d'analyses qu'aurait imposé une étude sédimentologique nous ait fait momentanément abandonner une telle entreprise, les précisions stratigraphiques que nous apportons nous ont inévitablement conduit à aborder le problème de la mise en place et de la datation des dépôts de la Micoque.

1 - Observations stratigraphiques

La coupe témoin conservée après les derniers travaux de D. PEYRONY, et dont nous avons établi le levé en 1969, s'étend du Nord-Est au Sud-Ouest, sur une longueur de 13 mètres et une épaisseur moyenne de 6 mètres (Pl. 70).

Dans les deux tiers supérieurs de la coupe, les dépôts

apparaissent subhorizontaux ; les niveaux profonds, par contre, prennent progressivement un pendage de plus en plus accentué vers le Sud-Ouest, puis plongent rapidement à 45°.

Vers le Nord-Est, les dépôts sont séparés de l'assise rocheuse, contre laquelle ils s'appuyaient, par une vaste tranchée qui correspond à la zone explorée par O. HAUSER.

La paroi ainsi dégagée sur une hauteur de 5 mètres environ apparaît légèrement concave ; un revêtement concrétionné et une végétation d'algues et de mousses soulignent une zone constamment humide par où s'échappent, après de fortes pluies, de minces filets d'eau.

Le sol rocheux affleure sur tout le front de la coupe sagittale que nous avons étudiée ; il apparaît très irrégulier, fortement gélivé, interrompu de ressauts et de gradins ; à l'extrême Sud-Ouest, il plonge brusquement et disparaît sous les déblais.

La couche N, à industrie micoquienne, a aujourd'hui complètement disparu. La couche M constitue donc le sommet des dépôts.

De haut en bas, la stratigraphie se présente comme suit :

Couche M :

Nous l'avons subdivisée en 3 niveaux :

Niveau M3 : Epaisseur : 0,25 à 0,30 m
Eléments calcaires très émoussés et arrondis, de 3 à 5cm de diamètre, mais associés à quelques éboulis plus volumineux, également émoussés, dans un contexte sableux de couleur brun-clair, concrétionné mais friable.

Niveau M2 : Epaisseur : 0,08 à 0,10 m
Eboulis moins bien calibrés qu'en M3, mais de diamètre moyen plus grossier, également très émoussés.
Ils sont associés à des graviers de même nature, arrondis.
Le contexte est identique à celui du niveau M3.

Niveau M1 : Epaisseur : 0,05 à 0,08 m
Graviers calcaires pisiformes et rares éléments plus grossiers, très émoussés, inclus dans un sédiment concrétionné très résistant.

Couche L :

C'est une formation complexe dans laquelle nous avons isolé 8 niveaux :

Niveau L8 : Epaisseur : 0,02 à 0,05 m
Graviers calcaires de même taille et de même morphologie que ceux du niveau M1, associés à quelques éléments plus grossiers, et dont les arêtes apparaîssent moins émoussées.
Le contexte est un sable calcaire auquel une composante argileuse plus abondante confère une coloration brun-rouge clair .
Une poche de cryoturbation relevée par F. BORDES au sommet de la couche L appartenait vraisemblablement à ce niveau.

Niveau L7 : Epaisseur : 0,05 à 0,07 m
Niveau de plaquettes à angles vifs, mal calibrées, pouvant atteindre 15 cm de diamètre. Le sédiment interstitiel, non concrétionné et friable, est un sable faiblement argileux, de couleur brun-rouge clair.
A la base se place un mince niveau, de 0,02 à 0,03 m d'épaisseur, composé de graviers calcaires peu émoussés.

Niveau L6 : Epaisseur 0,04 à 0,05 m
Granules et graviers calcaires et rares éboulis très émoussés, dans sable argileux brun-rouge.

Niveau L5 : Epaisseur 0,05 à 0,10 m
Plaquettes de 2 à 5 cm de diamètre, aux arêtes émoussées, associées à de très nombreux éléments de plus faible diamètre.

Le contexte est un sable calcaire grossier, faiblement argileux, de couleur brun-rouge clair.

Niveau L4 : Epaisseur : 0,10 m
Plaquettes anguleuses, un peu plus volumineuses qu'en L5, disposées horizontalement au sommet du niveau, obliques à la base où elles voisinent avec des éléments de plus faible dimension.
Contexte sablo-argileux brun-rouge, apparemment plus argileux à la base qu'au sommet.

Niveau L3 : Epaisseur : 0,10 m
Blocs calcaires de 0,20 à 0,50 m généralement émoussés et plaquettes volumineuses, en position oblique. Sédiment interstitiel sablo-argileux de couleur brun-rouge clair.

Niveau L2 : Epaisseur : 0,08 m
Graviers calcaires de 2 à 3 mm et sable argileux brun-rouge, contenant des plaquettes rares mais d'assez grande dimension (15 cm).

Niveau L1 : Epaisseur : 0,05 m
Mince niveau de petits éléments calcaires de 3 cm de diamètre maximal, dans contexte moins argileux que celui des niveaux sus-jacents, légèrement concrétionné.

La base de la couche L contient un niveau archéologique net, souligné sur la coupe par des silex et des os brisés ; il s'agit du niveau 5' mis en évidence par F. BORDES.

Couche K :

Nous y avons distingué 3 niveaux.

Niveau K3 : Epaisseur : 0,05 m
Graviers et cailloux calcaires de 4 cm de diamètre maximal, très émoussés, dans contexte de sable calcaire de couleur brun clair, légèrement induré par un concrétionnement friable.

Niveau K2 : Epaisseur : 0,08 m

Eléments mieux calibrés, mais de plus fort diamètre, beaucoup plus nombreux, très émoussés et arrondis. Sédiment interstitiel peu important ; les cailloux sont soudés entre eux par un revêtement calcaire tenace.

Niveau K1 : Epaisseur : 0,10 m

Mince niveau de même composition que le niveau K3.

Couche J :

Les éboulis y sont, en moyenne, un peu plus grossiers que dans la couche K, et moins arrondis ; ils sont localement cimentés par un sable faiblement argileux de couleur jaune-rouge.
Epaisseur : 0,015 à 0,20 m
Contient le niveau archéologique n° 5.

Couche I :

Les cailloux, mal calibrés, sont généralement de diamètre réduit, très émoussés et arrondis. Ils sont accompagnés d'éléments plus volumineux, pouvant atteindre 10 cm ; ils sont enrobés d'un encroûtement calcaire très résistant. Le sédiment interstitiel est un sable calcaire concrétionné, encore légèrement friable au sommet de la couche, mais devenant plus dur et plus compact vers la base.
Cette couche qui, selon PEYRONY, constituerait la partie supérieure de la couche H sous-jacente, présente en réalité une limite inférieure brutale, tant par la couleur que par la consistance.

Les couches K, J et I sont nettement individualisées dans le secteur nord de la coupe ; elles tendent à se confondre vers le Sud au fur et à mesure que le sédiment devient moins concrétionné.

Couche H :

Elle se compose de 3 niveaux :

Niveau H3 : Epaisseur:0,05 à 0,15 m
Sable argileux de couleur brun-rouge ; renferme au sommet quelques cailloux, rares et de petite taille ; vers la base, ces éléments deviennent plus nombreux et plus volumineux (5 cm) et comportent quelques plaquettes de plus fort diamètre, dans un contexte plus argileux.

Niveau H2 : Epaisseur : 0,05 m
Niveau de petits éboulis calcaires peu émoussés et de graviers, dans contexte identique à celui du niveau H3.

Niveau H1 : Epaisseur : 0,05 à 0,15 m
Cailloux plus volumineux, légèrement émoussés dans contexte sableux, faiblement argileux, de couleur brun-rouge clair.

La couche H contient le quatrième niveau archéologique, plus nettement localisé dans le niveau H3.

Vers le Sud de la coupe, les trois niveaux de la couche H se confondent et font place à une formation d'éboulis volumineux dans un contexte de sable argileux brun-rouge.

Couche G :

Dans la moitié nord de la coupe, il s'agit d'une assise homogène de cailloux calcaires très émoussés et arrondis, noyés dans un ciment calcitique compact, extrêmement résistant. Vers le Sud, le concrétionnement tend à devenir plus diffus et plus lâche ; on y distingue 5 niveaux :

Niveau G5 : Epaisseur : 0,35 m
Petits éléments calcaires de 3 à 4 cm de diamètre, très émoussés et arrondis, pris dans un ciment calcaire extrêmement dense et résistant. A partir du quatrième mètre, vers le Sud, le concrétionnement devient plus friable ; le niveau perd son individualité et se confond avec le niveau H1 sus-jacent.

Niveau G4 : Epaisseur : 0,08 m

Eboulis de diamètre moyen légèrement plus réduit que dans le niveau G5, mais également totalement arrondis, dans un contexte concrétionné identique à celui du niveau G5.

Niveau G3 : Epaisseur : 0,15 m

Dans la zone nord de la coupe, ce sont des éléments de même morphologie que dans les deux niveaux sus-jacents, mais de moindre diamètre ; le contexte y est de même composition.

Vers le Sud, le niveau s'individualise plus nettement ; il remonte légèrement, au même titre d'ailleurs que le niveau G4. Dans cette zone, le sédiment devient plus friable ; il s'agit d'un sable argileux de couleur brun-rouge clair faiblement induré.

Niveau G2 : Epaisseur : 0,20 m

Il s'agit d'une formation locale uniquement représentée vers le Sud où elle souligne le niveau G3 dans la zone où celui-ci est le plus nettement individualisé.

Il s'agit de graviers calcaires très émoussés dans un contexte de sable calcaire faiblement argileux, légèrement induré par un concrétionnement friable.

Niveau G1 : Epaisseur : 0,30 m

Niveau homogène composé d'éléments de 5 cm de diamètre moyen, totalement arrondis, dans un concrétionnement compact où ils apparaissent cependant mieux individualisés que dans les niveaux sus-jacents.

A la base du niveau, les cailloux tendent à devenir plus petits et sont accompagnés de nombreux graviers pisiformes.

Couche F :

C'est une couche d'éboulis calcaires de 5 cm de diamètre maximal, apparemment moins émoussés que dans la couche sus-jacente, et parmi lesquels se rencontrent quelques plaquettes et même quelques gros éboulis.

Le sédiment interstitiel est un sable calcaire concrétionné, devenant plus argileux et prenant une coloration plus rougeâtre au contact de la couche sous-jacente. La limite avec la couche E est brutale.

Couche E :

Elle se compose de trois niveaux :

Niveau E3 : Epaisseur : 0,10 à 0,15 m
Sable argileux de couleur brun-rouge, contenant quelques graviers et de rares plaquettes n'excédant pas 3 cm.

Niveau E2 : Epaisseur : 0,05 m
Souligné au sommet par un mince lit de graviers, ce niveau est caractérisé par des éboulis plus nombreux et plus volumineux, pouvant atteindre 10 cm.

Niveau E1 : Epaisseur : 0,05 m
Sable argileux et éboulis de petite taille et nombreux graviers calcaires émoussés. Contexte sablo-argileux brun-rouge.

La couche E contient le troisième niveau archéologique.

Couche D :

Nous y avons distingué deux grands ensembles.

- Une partie sommitale contenant trois niveaux, totalement concrétionnés.
- Une partie basale, plus développée et de structure différente.

Partie sommitale : 0,50 m

Dans la zone nord du gisement et venant buter un gros bloc, elle se présente comme une assise d'éboulis calcaires arrondis, agglomérés par un ciment calcitique compact et extrêmement résistant. Aucune subdivision n'y est visible.

Vers le Sud, quatre niveaux s'individualisent :

Niveau D28 :

Eboulis relativement grossiers (pouvant atteindre 10 cm), très émoussés et arrondis, et très nombreux graviers pisiformes.

Niveau D27 :

Eboulis de plus faible diamètre, très émoussés et arrondis, accompagnés également de graviers.

Niveau D26 :

Eboulis plus volumineux, également ronds.

Niveau D25 :

Eboulis de plus faible diamètre.

Partie basale : 1,40 m

Nous y avons distingué 24 subdivisions correspondant à l'alternance de niveaux à éboulis "lavés", totalement dépourvus de sédiment interstitiel, et de niveaux de sable calcaire contenant des éboulis plus rares et plus altérés.

Les premiers (niveaux D2, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16, D18, D20, D22, D24) se composent de cailloux calcaires arrondis, localement recouverts par un enduit calcitique tenace que la présence d'oxydes ferriques colore en brun-rouge. Ces éléments sont liés entre eux et rendus solidaires par des "bretelles" de concrétions calcitiques très résistantes. Dans le détail, quelques variations concernant la taille et la morphologie des cailloux apparaissent ; notons seulement la présence d'éléments plus plats dans les niveaux D22 et D20.

La seconde catégorie de niveaux est composée de sables calcaires de coloration plus claire, de consistance friable, non concrétionnés. Les cailloux y sont rares, de plus faible diamètre, très émoussés et très altérés.

Les niveaux D14 à D1, limités vers le Nord-Est par un gros bloc, et pratiquement horizontaux, plongent vers l'avant de la coupe et se subdivisent.

Couche C :

Nous avons attribué à la couche C trois niveaux. En réalité, la couche C, individualisée par D. PEYRONY, ne représente vraisemblablement qu'un niveau archéologique au sein d'un ensemble sédimentaire homogène formé par les couches D, C et B. Aucun critère stratigraphique ne permet, en effet, de la différencier ; seule la présence de quelques silex affleurant sur la coupe nous a conduit à attribuer plus ou moins arbitrairement à la "couche C", 3 niveaux.

Niveau C3 :

Eboulis d'assez fort diamètre, pouvant atteindre 10 cm, très émoussés et arrondis, "lavés", rendus solidaires par un revêtement calcitique très dur.

Niveau C2 :

Eboulis plus petits, également émoussés, mais altérés, plus dispersés, dans un contexte de sable calcaire friable.

Niveau C1 :

Eléments calcaires plus grossiers, moins émoussés, parmi lesquels sont identifiables des formes plus plates. L'ensemble ne comporte pas de sédiment interstitiel, il est fortement concrétionné.

Ces trois niveaux présentent d'abord un léger pendage, puis plongent ensuite vers l'avant de la coupe. Dans cette zone, les cailloux calcaires deviennent progressivement plus volumineux ; le niveau C2 tend à disparaître et se confond avec les niveaux C3 et C1 en un ensemble homogène composé d'éléments arrondis, non concrétionnés, enrobés par une argile plastique de couleur brun-rouge foncé.

Couche B :

Nous avons attribué à cette couche trois niveaux, B3, B2 et B1 qui correspondent aux niveaux les plus profonds affleurant sur la coupe. Les niveaux B3 et B1 sont composés d'éboulis "lavés", le niveau B1 comporte davantage de sédiment interstitiel.

Couche A :

Nous n'avons pu procéder à son étude, le dépôt correspondant étant masqué par le présence de plusieurs mètres cubes de sédiments éboulés de la coupe.

Rappelons que selon D. PEYRONY, cette couche serait composée d'éboulis calcaires à arêtes vives enrobées d'argile rouge et englobe-rait, à l'avant, de grands éboulis calcaires ainsi que des blocs de conglomérat fossilifère constituant le niveau archéologique n° 1.

Si l'on se réfère au levé stratigraphique schématique que donne le même auteur en page 261 de sa publication de 1938, la couche A se poursuivrait vers l'arrière, dans la zone où les dépôts sont inter-rompus par un chapelet de blocs effondrés ; elle serait, par ailleurs, séparée de ces blocs par la couche B, composée d'éléments calcaires aux arêtes émoussées.

Les observations que nous avons effectuées dans ce secteur nous ont conduit à établir la stratigraphie suivante :

Couche I :

Sable calcaire meuble, avec petits éléments calcaires émous-sés et altérés. Cette couche est immédiatement sous-jacente à l'une des subdivisions de la couche D.

Couche II :

Eléments moyens, associés au sommet à quelques éboulis plus volumineux. Tous ces éléments sont émoussés mais non arrondis. Le sédi-ment interstitiel y est absent. Le dépôt est cependant consolidé par la présence d'un concrétionnement induré, localisé au pourtour des ébou-lis. Epaisseur : 0,20 m.

Couche III :

Lentille de sable calcaire meuble, avec petits éléments cal-caires émoussés et altérés. Epaisseur : 0,10 m.

Couche IV :

Eléments calcaires, de diamètre moyen au sommet, associés à quelques éboulis plus grossiers à la base, "lavés" et dépourvus de sédiment interstitiel. Vers la base, le dépôt est faiblement consolidé par un concrétionnement carbonaté. Epaisseur : 0,15 m.

Couche V :

Lentille de sable meuble, englobant de rares éboulis calcaires de faible diamètre, émoussés et altérés. Epaisseur : 0,10 m.

Couche VI :

Eléments calcaires arrondis au sommet, devenant plus plats et plus anguleux vers la base où ils sont, d'autre part, cimentés par un faible concrétionnement.

Couche VII :

Dépôt homogène de sable calcaire meuble de couleur brun-jaune auquel sont associés quelques cailloux et surtout de nombreux graviers de roche calcaire émoussés et altérés. Epaisseur : 0,15 m.

Couche VIII :

Eboulis d'assez fort calibre, plus petits au sommet qu'à la base du dépôt, de forme aplatie, et parmi lesquels on reconnait de véritables plaquettes. L'ensemble du dépôt est "lavé" et dépourvu de sédiment fin. Epaisseur : 0,20 m.

Couche IX :

Alignement d'éboulis volumineux pouvant atteindre 0,50 m de longueur, associés à quelques éléments plus petits, très émoussés et arrondis. Vers le Sud-Ouest du dépôt, apparaissent des éléments de forme plus plate et plus anguleuse. Epaisseur : 0,20 m.

Couche X :

Sable meuble, associé à quelques graviers et granules émoussés et altérés. Epaisseur : 0,05 m.

Couche XI :

Eléments calcaires de diamètre moyen, très émoussés et arrondis, dépourvus de sédiment interstitiel. Epaisseur ; 0,15 m

Couche XII :

Cailloux calcaires émoussés mais non arrondis, auxquels sont associés de nombreux granules et graviers de même nature, ainsi que de très abondants pisolithes ferromanganiques roulés. Epaisseur : 0,10 m.

Couche XIII :

Sur le sol rocheux, formation homogène de fragments de roche calcaire, de forme généralement aplatie, à arêtes vives, englobant de très nombreux fragments de silex non émoussés, à patine blanche, mais qu'aucun élément ne nous a permis de rapporter à une activité humaine. Cet ensemble peut représenter le produit de gélivation du sol rocheux. Les différents éléments sont cimentés par un concrétionnement carbonaté. Epaisseur : 0,15 m.

Il s'agit, selon toute vraisemblance, du dépôt qui a été considéré par D. PEYRONY comme le prolongement sud-est de la couche A.

2 - Considérations sur la mise en place des dépôts

a - Position relative des couches I à XIII et A - B

Contrairement à l'interprétation de D. PEYRONY, selon laquelle les formations sous-jacentes aux blocs effondrés seraient le prolongement des couches A et B, il ne semble exister aucune relation stratigraphique entre les deux dépôts correspondants.

- Les couches XIII et XII, nettement individualisées par leurs caractéristiques pétrographiques, texturales et morphologiques, ne se poursuivent pas vers le Sud-Ouest au-delà du bloc calcaire qui affleure en position verticale vers l'avant de la coupe, la couche B reposant directement sur le sol rocheux du gisement dans ce dernier secteur.

- Les dépôts correspondant aux couches XI à I montrent, comme la couche B, mais également comme les couches C et D, l'alternance de niveaux à éboulis ronds, "lavés", et de niveaux de texture essentiellement sableuse, avec éboulis rares, émoussés et altérés : ni le nombre des niveaux inventoriés de part et d'autre du bloc en question, ni leur épaisseur relative, ne permettent cependant de paralléliser les formations auxquelles ces niveaux appartiennent.

- Les couches I à XI comportent, à côté des éléments arrondis dont nous venons d'évoquer la présence, des éboulis à arêtes vives (couche VIII plus particulièrement), ce qui n'est pas le cas dans les couches A et B.

- Les couches I à XI présentent, par ailleurs, une texture globalement plus sableuse, apparaissent plus altérées, et s'individualisent des couches A et B par une coloration brun-jaune caractéristique.

- La continuité latérale des dépôts est enfin interrompue par la présence du bloc calcaire qui affleure sur la coupe en position verticale.

Il ressort donc de ces différentes considérations que les couches XIII à I, ainsi que les blocs qui les recouvrent, correspondent à une phase de sédimentation antérieure à celle de la couche B ; dans l'état actuel de nos connaissances, le rapport chronologique entre les couches XIII à I et la couche A ne peut être précisé ; ces deux ensembles procèdent en tous cas de deux phases de sédimentation différentes.

b - Origine des dépôts à éléments calcaires arrondis

Exception faite des niveaux E1 à E3, G3, H1 à H3 et L1 à L8, caractérisés par une forte proportion de sable argileux brun-rouge, l'ensemble du remplissage est composé de galets calcaires très émoussés et arrondis. Dans le détail, on remarque que ces différents dépôts ne sont pas homogènes : des niveaux caractérisés par la présence d'éboulis ronds, "lavés" mais non altérés, alternent avec des niveaux plus minces, où des éléments calcaires plus rares, mais altérés, sont associés à une matrice sableuse abondante.

Cette stratification est également visible à l'intérieur des bancs de brèches indurées que constituent les niveaux D25 à D28, G1 à G5 (vers l'arrière) et les couches K, J et I. Cette caractéristique implique donc que le concrétionnement qui a affecté ces dépôts est un phénomène secondaire et, en tous cas, postérieur aux phénomènes qui ont conduit à la stratification dont il est question.

L'origine de ces dépôts, l'arrondi des galets calcaires qui les composent, le concassage dont témoigne le matériel archéologique qui leur est associé, ont donné lieu à différentes interprétations.

- Hypothèse d'une origine fluviatile

Elle a été soutenue par D. PEYRONY ; nous en avons résumé les principaux arguments. Les renseignements tirés de la seule observation des dépôts vont à l'encontre de cette interprétation.

. Bien que la preuve doive en être recherchée dans une étude minéralogique, les dépôts de la Micoque ne semblent contenir aucun autre élément allochtone que les pisolithes ferromanganiques d'origine sidérolithique présents dans la couche XII, éléments qu'un alluvionnement ou un remaniement fluviatile aurait nécessairement déposés. De ce point de vue, la comparaison avec les caractéristiques de la couche D de l'abri du Moustier est particulièrement démonstrative.

. Contrairement à ce qui ressort de la représentation stratigraphique donnée par D. PEYRONY, et de l'affirmation de cet auteur, selon laquelle les couches de la Micoque sont horizontales, les couches D, C et B plus particulièrement ,présentent une inclinaison du Nord-Est vers le Sud-Ouest, celle-ci devenant de plus en plus accusée à la base des dépôts, pour atteindre un pendage voisin de 45° à l'avant du gisement (niveau B1).

. La présence de niveaux archéologiques à différentes hauteurs du remplissage impliquerait, dans l'hypothèse d'un dépôt ou d'un remaniement d'origine fluviatile, l'alternance de phases d'arrêt de sédimentation, favorisant l'implantation humaine, et de phases d'alluvionnement. Les crues successives de la Vézère ou du Manaurie auraient inévitablement "lavé" l'ensemble des sédiments déjà déposés, ce qui semble incompatible avec la présence de dépôts à matrice sablo-argileuse abondante, tels que les couches E, H et L.

- Hypothèse d'une origine cryoclastique

C'est l'hypothèse avancée par H. BREUIL et développée ultérieurement par F. BORDES. Selon ces auteurs, l'origine des éboulis calcaires de la Micoque devrait être recherchée dans des processus de désagrégation cryoclastique. Leur arrondi, ainsi que le concassage dont témoigne le matériel archéologique, seraient attribuables à des phénomènes de cryoturbation, ceux-ci s'accompagnant d'un dérangement de l'assiette primitive des dépôts et, par voie de conséquence, d'une modification morphologique des différents éléments. Enfin, la fonte des neiges accumulées contre la paroi de l'abri aurait entraîné le lessivage des fractions fines du sédiment, ce qui expliquerait l'absence de matériel interstitiel à différents niveaux. L'existence très probable d'une source au fond de l'abri aurait contribué à cette opération.

C'est l'hypothèse la plus vraisemblable, et celle à laquelle la comparaison des observations que nous avons faites dans d'autres gisements, et plus particulièrement au Pech-de-l'Azé II et à Combe-Grenal, apporte le plus d'arguments.

Nous rappellerons à ce sujet les caractéristiques de la couche 9, du sommet de la couche 5, de la couche 4D et du sommet de la couche 3 du Pech-de-l'Azé II, et les rapprocherons de celles des couches 55 à 50, 49 à 46, 39 et 37 de Combe-Grenal ; dans ces différents dépôts, les éboulis calcaires primitivement anguleux, présentent un arrondi et un poli caractéristiques, qui sont indéniablement le résultat de phénomènes de cryoturbation ; comme dans les couches C, F, G et I de la Micoque, les silex qui sont associés à ces dépôts sont émoussés et concassés, et présentent des pseudo-retouches alternes épaisses.

c - Caractéristiques des niveaux E1 à E3, G3, H1 à H3 et L1 à L8 et signification.

Rapports avec les dépôts bréchifiés sous-jacents

L'ensemble des dépôts auxquels appartiennent les niveaux E1 à E3, H1 à H3 et L1 à L8 présentent un certain nombre de caractéristiques communes, parmi lesquelles la présence d'une matrice sablo-argileuse

brun-rouge, abondante, est l'aspect le plus immédiat.

Ces dépôts ont été interprétés par D. PEYRONY comme le produit de phénomènes de lévigation (1938).

H. BREUIL y a vu des "sols in situ n'ayant subi aucun transport" (1938).

Ils ont été considérés, par F. BORDES, comme des dépôts interstadiaires ou "des moments de froid plus humide où les terres avaient été ruisselées du plateau" (1953).

Le même auteur les a finalement interprétés comme des sols d'altération véritables.

C'est à cette dernière interprétation que nos propres observations nous ont conduit à nous rallier.

Outre la présence d'une phase argileuse abondante, conférant au sédiment humidifié une forte plasticité, et une coloration brun-rouge significative de processus de rubéfaction, deux caractéristiques doivent être soulignées : la présence d'une structure polyédrique, principalement à certains niveaux de la couche L, le caractère émoussé mais non arrondi des éboulis calcaires dans les mêmes dépôts, enfin la forte altération dont témoignent les mêmes éléments.

Enfin, un dernier argument doit être pris en considération : les dépôts sablo-argileux dont il est ici question sont, dans tous les cas, immédiatement sus-jacents aux formations concrétionnées que constituent les couches K, J, et I, les niveaux G5 à G1 (vers l'arrière) et les niveaux D28 à D25.

Ces "bancs de brèche", qui n'ont jusque-là reçu aucune interprétation satisfaisante, représentent, selon toute vraisemblance, les horizons d'accumulation profonds, calciques, des paléosols dont les niveaux L8 à L1, H3 à H1 et E3 à E1 constituent les horizons texturaux.

Cette interprétation introduit donc la validité d'un quatrième épisode d'altération dans les dépôts de la Micoque : dans la zone sud-ouest du gisement, la couche G3, de texture sablo-argileuse et de

couleur brun-rouge clair, surmonte une formation concrétionnée constituée par les niveaux G2 et G1.

3 - Attribution chronologique : notre contribution

Bien que nos différentes observations stratigraphiques, ainsi que les quelques considérations que nous venons d'exposer sur la signification des dépôts de la Micoque, doivent être vérifiées par des données d'ordre sédimentologique et palynologique, il nous est d'ores et déjà possible d'avancer un certain nombre d'arguments concordants concernant la datation de ces dépôts.

- Origine cryoclastique et, par voie de conséquence, signification glaciaire de l'ensemble du remplissage.

- Attribution des caractéristiques texturales, colorimétriques et morphologiques particulières des niveaux E1,à E3, H1 à H3 et L1 à L8 à des processus d'altération, cette interprétation étant renforcée par la relation que nous avons établie entre les phénomènes de lessivage contemporains et le concrétionnement des dépôts sous-jacents.

- Mise en évidence d'un sol d'altération supplémentaire, dont le niveau G3 représente l'horizon B textural et les niveaux G2 et G1, l'horizon calcique.

L'ensemble de ces arguments nous conduit donc à nous prononcer en faveur de l'interprétation chronologique telle qu'elle a été exposée par F. BORDES au vu de données géologiques, archéologiques et paléontologiques et selon laquelle les couches B à E, F à H et I à L représentent respectivement les premier, deuxième et troisième stades rissiens, et les couches M et N, le début du Würm I.

- Les couches B, C, D et E contenant une industrie indéterminée (couche C, niveau archéologique n° 2) et un niveau de "Moustérien primitif" (couche E, niveau archéologique n° 3), peuvent être globalement parallélisées avec la couche 8 du Pech-de-l'Azé II ; elles seraient alors contemporaines de la deuxième phase climatique du Riss II telle que nous

l'avons définie dans ce gisement.

- L'attribution des couches F à H au deuxième stade rissien serait renforcée par la mise en évidence d'un sol d'altération peu développé, interrompant la séquence correspondante, et dont les niveaux G3 et G2-G1 représentent respectivement l'horizon Bt et l'horizon calcique ; cette manifestation serait contemporaine du faible arrêt de sédimentation dont nous avons démontré l'existence entre le dépôt des niveaux 7B et 7A du Pech-de-l'Azé II. La couche F et les niveaux G1, G2 et G3 seraient alors contemporains du niveau 7B du Pech-de-l'Azé II et les niveaux G4, G5, G1, H2 et H3, les équivalents du niveau 7A et de la couche 6 de ce dernier gisement.

- Les couches I à L enfin, d'âge Riss III, correspondraient, dans leur ensemble, à la couche X du Pech-de-l'Azé II.

- Dans ces conditions, la couche M représenterait une manifestation locale de la première phase climatique à caractère froid et sec que nous avons mise en évidence dans les dépôts d'âge Würm I du Pech-de-l'Azé II et la couche N, à industrie micoquienne, appartiendrait à la deuxième phase, tempérée et humide, du même stade.

Un problème demeure concernant l'attribution chronologique des couches XIII à I, de la couche A et du conglomérat fossilifère qu'elle renferme. Nous serions tenté de voir, au moins dans les couches XIII à I, de texture plus grossière que dans les dépôts sus-jacents, l'équivalent chronologique de la couche 9 du Pech-de-l'Azé II, mise en place lors de la première phase climatique froide et sèche du Riss I.

Seuls le dégagement de la couche A, ainsi que l'étude sédimentologique que nous avons le projet d'entreprendre, permettront d'apporter quelques éléments de solutions à ce problème.

C H A P I T R E IV

LA GROTTE-ABRI DE COMBE-GRENAL

La grotte-abri de Combe-Grenal s'ouvre à l'Est de Domme, à proximité du plateau dit "Plaine de Borne" sur le versant sud d'un vallon sec où a coulé un petit affluent en rive droite de la Dordogne.

C'est une grotte-abri en ce sens qu'une grotte peu profonde s'élargit sur l'extérieur en un vaste abri sous roche aujourd'hui effondré, mais dont les parois qu'ont dégagées les travaux de fouilles délimitent une aire d'érosion d'une vingtaine de mètres de largeur.

Le remplissage s'étage du Nord au Sud en un talus faiblement incliné sur une trentaine de mètres environ et atteint une puissance totale de près de 13 mètres.

Le sol rocheux, mis au jour par les fouilles, présente une surface irrégulière, fortement gélivée, interrompue de ressauts et de gradins. Trois paliers plus largement développés coïncident avec trois décrochements principaux des parois de l'abri. Il s'agit là, nous le verrons, du résultat de trois étapes fondamentales dans l'histoire du gisement.

Découverte en 1816 par JOUANNET, visitée en 1828 par l'Abbé AUDIERNE, la station fut ensuite l'objet des prospections de LARTET et CHRISTY (1864), de CAPITAN, puis de D. et E. PEYRONY. Ces travaux, limités, portèrent pour la plupart sur le remplissage de la grotte.

En 1953, F. BORDES y reprit des fouilles systématiques qui s'échelonnèrent en 13 campagnes successives jusqu'en 1965.

Exceptionnel par ses dimensions ainsi que par l'épaisseur et l'extension de ses dépôts, le gisement de Combe-Grenal présente une importance capitale sur le plan archéologique. Soixante quatre niveaux appartiennent, pour les uns à l'Acheuléen, pour les autres, aux différents faciès du complexe moustérien.

I - STRATIGRAPHIE - ETUDE DESCRIPTIVE DU REMPLISSAGE

Aucune étude d'ensemble n'ayant été publiée à ce jour, les renseignements d'ordre stratigraphique relevés par F. BORDES au cours de ses 13 années de fouilles n'apparaîssent que de façon très fragmentaire dans les différentes notes qui ont été consacrées aux industries de Combe-Grenal. Aussi, nous bornerons-nous à présenter ici les observations que nous avons réunies au tout début de nos recherches, au cours des étés de 1961, 1962 et 1965. Notre projet de compléter ces observations s'est trouvé contrarié par l'édification d'un mur de protection le long des principales coupes du gisement au cours de l'hiver 1965.

Le remplissage de Combe-Grenal s'ordonne en trois ensembles de dépôts qui coïncident avec les 3 paliers du sol rocheux (Pl. 71).

1°- L'ensemble supérieur

Plus particulièrement développé à l'aplomb du toit actuel de l'abri, il s'étage sur une épaisseur moyenne de 7 mètres et sur une longueur totale de 21 mètres. Les différents dépôts qui le caractérisent contiennent, à tous les niveaux et dans tous les secteurs du gisement, des éboulis calcaires à angles vifs et des blocs effondrés volumineux ; ils se répartissent en 35 couches contenant toutes des industries moustériennes.

Couche 1 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Eboulis calcaires de fort diamètre, aux angles généralement vifs et de forme aplatie, associés à de nombreux blocs effondrés. Ce

dépôt apparaît localement dépourvu de sédiment fin, mais est cependant consolidé par la présence d'un concrétionnement lacuneux et friable, localisé à la face inférieure des éboulis. Ailleurs, le contexte est un sable argilo-limoneux de couleur brun-jaune foncé (F.63) faiblement induré. Contient une industrie rare du Moustérien de tradition acheuléenne.

Couche 2 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Formation présentant des propriétés texturales et une consistance identiques à la précédente. Elle a été individualisée en cours de fouilles par la présence d'un second niveau archéologique pauvre ; Moustérien de tradition acheuléenne probable.

Couche 3 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Eboulis calcaires encore nombreux, mais de taille apparemment plus réduite et de forme plus globuleuse, auxquels adhère un concrétionnement friable de couleur blanchâtre. Le sédiment interstitiel est plus abondant ; il s'agit également d'un sable argilo-limoneux, de couleur brun-jaune (E.64), de consistance ferme. Moustérien de tradition acheuléenne.

Couche 4 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Dépôt de texture et de morphologie identiques, mais auquel la présence d'un niveau archéologique plus dense et mieux individualisé confère une coloration brun-foncé (F.54). Moustérien de tradition acheuléenne probablement.

Couche 5 : Epaisseur maximale : 0,20 m

Eboulis calcaires et blocs à nouveau plus nombreux dans matrice sablo-limono-argileuse plus friable, de couleur brun-jaune (E.64). Le sédiment est, par ailleurs, moins concrétionné. Contient une industrie dispersée appartenant à un Moustérien indéterminé.

Couche 6 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Formation globalement identique à la précédente, mais comportant, semble-t-il, moins de blocs calcaires. Elle s'individualise en outre par la présence d'un nouveau niveau archéologique, se répartissant vers l'avant en de minces foyers lenticulaires de couleur plus sombre. Moustérien typique.

Couche 7 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Eboulis moins abondants, de dimension plus réduite et de forme plus émoussée. Contexte sablo-argilo-limoneux, non concrétionné, friable à l'état sec, faiblement plastique à l'état humide, de couleur brun-jaune (E.63). Comporte un niveau archéologique net rapporté au Moustérien typique.

Couche 8 : Epaisseur maximale : 0,10 m

Rares éboulis calcaires, de forme globuleuse, émoussés, associés à un sédiment plus argileux qui assure au dépôt une plus forte cohésion. Couleur brun-jaune foncé (E 64). Contient une industrie moustérienne pauvre, indéterminée.

Couche 9 : Epaisseur maximale : 0,45 m

Formation homogène bien individualisée par une plus forte densité des éboulis et par la présence de blocs effondrés. Matrice sablo-argilo-limoneuse de couleur brun-jaune (E.64), faiblement indurée par un concrétionnement carbonaté. Moustérien pauvre, indéterminé.

Couche 10 : Epaisseur maximale : 0,20 m

Dépôt aux limites imprécises, se différenciant seulement de la couche 9 par une moindre abondance des blocs calcaires. Les éboulis, par contre, sont tout aussi nombreux et généralement plats. Le sédiment interstitiel, de même texture, est de couleur brun-jaune clair (D.74) ; il est faiblement concrétionné. Moustérien typique probable.

Couche 11 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Eboulis calcaires moins abondants, de plus faible diamètre et de forme plus émoussée. Contexte sablo-argilo-limoneux de couleur brun-jaune foncé (E.63) présentant,à l'état humide, une faible plasticité. Moustérien à denticulés.

Couche 12 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Dépôt apparemment plus grossier que la couche 11, mais dont les éléments conservent des caractéristiques morphologiques identiques. Il s'individualise surtout par la présence d'un niveau archéologique dense, donnant au sédiment fin une coloration brune (E.54). Cette couche possède des limites brutales et très ondulées. Moustérien à denticulés.

Couche 13 : Epaisseur maximale : 0,10 m

Ce dépôt présente une texture et une structure identiques à la couche précédente. Il s'individualise cependant par une coloration brun-foncé (H.52) et une plus forte induration du sédiment interstitiel. Contient une industrie pauvre appartenant à du Moustérien à denticulés.

Couche 14 : Epaisseur maximale : 0,40 m

Eboulis calcaires plus abondants et plus volumineux, aux arêtes anguleuses et de forme plus plate. Matrice sablo-limoneuse faiblement argileuse, de consistance ferme, concrétionnée. Comme la couche 12, ce dépôt présente des limites brutales et fortement ondulées. Moustérien à denticulés.

Couches 15 et 16 : Epaisseur totale : 0,45 m

Formation homogène, plus particulièrement développée à l'avant du gisement. Elle est composée d'éboulis calcaires anguleux associés à un sable argilo-limoneux de couleur brun-jaune clair (D.74) de consistance ferme. Le sédiment est localement fortement concrétionné. Se divise vers l'avant en deux unités correspondant à deux niveaux archéologiques. Moustérien à denticulés.

Couche 17 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Depôt continu, homogène, composé de sable limono-argileux de couleur brun-clair (D.54), extrêmement friable, pulvérulent. Les quelques éboulis calcaires présents à ce niveau sont de faible dimension et de forme globuleuse. Moustérien de type Quina. Sur la plus grande partie du gisement, celle couche repose directement sur la couche 20. Vers l'arrière, elle en est séparée par deux nouveaux dépôts.

Couches 18 et 19 : Epaisseur totale : 0,35 m

Etroitement localisées vers le fond de l'abri, elles s'individualisent de la couche 17 par une plus forte teneur en éboulis calcaires. Le sédiment interstitiel est plus grossier ; il est de couleur brun-jaune clair (D.74) au sommet, brun-jaune (E.63) à la base. Contiennent deux niveaux archéologiques. Moustérien de type Quina.

Couche 20 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Eboulis calcaires peu nombreux, de faible dimension, émoussés et altérés. Contient un niveau archéologique de couleur brun-foncé (E.52) aux limites brutales et ondulées. Contexte sablo-argilo-limoneux de consistance ferme, faiblement plastique. Moustérien à denticulés.

Couches 21 et 22 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Formation homogène d'éboulis calcaires de fort diamètre aux angles vifs et comportant des formes aplaties abondantes. Le sédiment interstitiel est un sable argilo-limoneux de couleur brun clair (D.54), faiblement concrétionné. La présence de deux niveaux archéologiques appartenant au Moustérien de type Quina introduit une subdivision à l'intérieur de cet ensemble.

Couche 23 : Epaisseur maximale : 0,50 m

Couche d'épaisseur variable, prenant son ampleur maximale à l'aplomb du toit actuel de l'abri. Elle est caractérisée par la présence de blocs volumineux auxquels sont associés, vers l'avant, des éboulis de plus faible diamètre à angles vifs, consolidés par un concrétionnement carbonaté. Matrice sableuse, faiblement argileuse, de couleur brun-jaune clair (D.74), de consistance ferme. Moustérien de type Quina.

Couches 24 et 25 : Epaisseur totale : 0,40 m

La couche 24 contient également de très nombreux blocs effondrés. Le sédiment interstitiel est un sable peu argileux, de couleur brun-jaune (E.64) au sommet, brun-jaune foncé (F.63) à la base, induré. Cette couche contient une industrie dispersée de Moustérien de type Quina.

La couche 25 représente un niveau archéologique plus dense et mieux individualisé à la base du dépôt. Moustérien de type Quina.

Couches 26, 27, 28, 29 et 30 : Epaisseur totale : 0,50 m

Ensemble de dépôts présentant des caractéristiques texturales et morphologiques à première vue identiques. Les éboulis, encore volumineux, sont faiblement émoussés et sont inclus dans un sable limono-argileux faiblement concrétionné. La couleur de l'ensemble est brun-jaune (E.64). Dans ce contexte cependant, les couches 26, 27 et 29 qui contiennent des niveaux archéologiques plus denses, prennent, localement, une coloration brun-foncé (J.62).

La couche 26 contient du Moustérien de type Quina, la couche 27, du Moustérien de type Ferrassie, les couches 28, 29 et 30, du Moustérien typique.

Couche 31 : Epaisseur maximale : 0,20 m

Dépôt de texture apparemment un peu plus fine, contenant des éboulis encore nombreux mais moins volumineux. Le sédiment interstitiel, de même texture que dans les formations sus-jacentes, est de couleur

brun-jaune (E.64) ; il est localement concrétionné. Cette couche n'est visible que dans la zone moyenne du gisement. Ailleurs, la couche 30 repose directement sur la couche 32. Contient une industrie pauvre du Moustérien typique probable.

Couches 32 et 33 : Epaisseur totale : 0,40 m

Formation homogène caractérisée par la présence d'éboulis calcaires nombreux mais assez peu volumineux, faiblement émoussés, associés à un sédiment argilo-limoneux brun-jaune (E.64) friable. Au sein de cet ensemble, deux niveaux archéologiques délimitent deux dépôts différents. Moustérien de type Ferrassie.

Couche 34 : Epaisseur maximale : 0,50 m

Depôt lenticulaire uniquement localisé à l'avant du gisement. C'est un sédiment riche en éboulis de fort diamètre, auxquels sont associés quelques blocs. Le sédiment fin est de même couleur que dans la couche 33 ; il n'est pas concrétionné. Moustérien de type Ferrassie probable.

Couche 35 : Epaisseur maximale : 0,35 m

A l'avant et dans la zone moyenne du gisement, ses caractéristiques texturales sont identiques à celles de la couche 34 ; elle évolue vers le fond de l'abri en un alignement de blocs particulièrement volumineux. Matrice sablo-argilo-limoneuse brun-jaune (E.64) de consistance friable. Moustérien de type Ferrassie.

Dans le secteur nord, la couche 35 repose directement sur le sol rocheux de l'abri. Ailleurs, elle repose sur la couche 36.

2°- L'ensemble moyen

Les différents dépôts qui le caractérisent s'étagent, en retrait les uns sur les autres, sur une épaisseur de 5 mètres environ et sur une longueur de 16 mètres. Par rapport à l'ensemble supérieur, il se différencie par une texture globale plus fine, par la présence d'une matrice

interstitielle plus abondante et par le caractère très émoussé des éléments calcaires qui le composent. Il correspond à la superposition de 20 couches contenant toutes des industries moustériennes.

Couches 36 et 37 : Epaisseur totale : 0,60 m

Plus particulièrement développée dans le secteur Est du gisement, la couche 36 se présentait, selon F. BORDES, comme un dépôt de texture très argileuse, de couleur brun-rouge, très dur à l'état sec, fortement plastique et collant à l'état humide. Les éboulis calcaires et les silex taillés étaient recouverts d'un revêtement pelliculaire argileux. Ce secteur du gisement ayant été fouillé avant notre intervention, nous n'avons pu étudier la couche 36 que dans la zone ouest. Moins épaisse, elle se caractérise également par un sédiment sablo-argileux abondant, de couleur brun vif (E.68). La structure est anguleuse, bien développée. Les éboulis calcaires y sont rares mais de fort diamètre, très émoussés et extrêmement friables ; ils portent à leur surface un concrétionnement friable.

Avec une transition graduelle, la couche sous-jacente 37 se différencie par une texture globale un peu plus grossière et une moindre altération des éboulis. Le sédiment fin possède des propriétés texturales identiques à celles de la couche 36 ; il est brun-jaune foncé (F.63) au sommet, brun-jaune (E.64) à la base.

Ces deux couches contiennent des industries du Moustérien typique ; celle de la couche 37 est légèrement concassée.

Couche 38 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Elle apparaît sur la coupe comme un dépôt continu de couleur brun clair (D.54). Les éboulis calcaires y sont peu nombreux et de faible diamètre. Ils sont associés à un sable argilo-limoneux de consistance friable. Contient un riche foyer du Moustérien à denticulés, dessinant parfois des poches de 0,20 m de profondeur.

Couche 39 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Eboulis calcaires à nouveau plus nombreux et plus volumineux, présentant une surface très émoussée. Le contexte est un sable faiblement argileux brun-jaune (E.64), légèrement concrétionné. Moustérien pauvre et concassé.

Couche 40 : Epaisseur maximale : 0,50 m

Sédiment plus grossier dont les éléments sont peu émoussés et de forme aplatie. Le sédiment fin est sableux, peu argileux, friable et de couleur brun-jaune (E.63). Moustérien typique.

Couches 41, 42, 43 : Epaisseur totale : 0,50 m

Dans la zone que nous avons explorée (secteur ouest), les couches 41, 42 et 43 s'organisent en un ensemble homogène. Les éboulis y sont nombreux mais de faible diamètre, émoussés et friables. Ces éléments sont inclus dans un sable argilo-limoneux brun foncé (F.54) à brun (E.54), de consistance ferme à l'état sec, faiblement plastique à l'état humide. De l'examen de la coupe stratigraphique levée par F. BORDES (Pl.71), il ressort que, localement, les couches 41 et 42 étaient séparées par un alignement d'éboulis anguleux. Nous verrons que ce dépôt que nous n'avons malheureusement pas inventorié, présente une grande importance quant à l'interprétation climatique du remplissage. La couche 43 correspond à une ligne de foyers à la base de cet ensemble. Les couches 41, 42 et 43 contiennent du Moustérien typique.

Couches 44 et 45 : Epaisseur totale : 0,40 m

Ces dépôts, que différencie seulement la présence de deux niveaux moustériens pauvres, comportent des débris calcaires nombreux et volumineux, peu émoussés. Le sédiment fin est moins argileux et faiblement concrétionné. Il est de couleur brun-jaune (E.64).

Couches 46 à 49 : Epaisseur totale : 0,40 m

Formation homogène composée de petits éboulis et de nombreux

graviers calcaires très émoussés et peu altérés. Le contexte, de texture sableuse, faiblement argileuse et limoneuse, est faiblement concrétionné ; il est brun-jaune (D.72). Les couches 46, 47, 48 et 49 ont été individualisées en cours de fouilles ; l'industrie y est concassée et, le plus souvent, indéterminable ; celle de la couche 47 est du Moustérien typique.

Couche 50 A : Epaisseur maximale : 0,15 m

Dépôt discontinu, composé dans son ensemble de sédiment sablo-argileux de couleur brun foncé (F.54) et de consistance ferme. Contient quelques éboulis de faible diamètre, très altérés. Sédiment concrétionné. Moustérien typique.

Couche 50 : Epaisseur maximale : 0,20 m

Il s'agit principalement d'un riche foyer de Moustérien typique, souligné localement par un lit de cendres blanches. Les éboulis y sont rares, très altérés. Le sédiment fin est de texture sablo-argilo-limoneuse et de couleur brun-rouge (F.52). L'ensemble est fortement concrétionné.

Couche 51 : Epaisseur maximale : 0,25 m

Eboulis calcaires plus abondants mais de petite dimension, totalement arrondis. Sédiment sablo-argilo-limoneux, plus argileux que précédemment, de couleur brun-rouge (F.52), localement concrétionné. Ailleurs, il présente une certaine plasticité. Moustérien concassé.

Couche 52 : Epaisseur maximale : 0,30 m

Dépôt de texture un peu plus grossière que la couche 51, que la présence d'une quantité importante de cendres a coloré en brun-gris (F.62). Les éboulis calcaires y sont également arrondis. Le sédiment est faiblement concrétionné. Moustérien typique.

Couches 53, 54 et 55 : Epaisseur totale : 0,20 m

Formation de texture homogène sur toute son épaisseur, dans laquelle les couches 53, 54 et 55 ne représentent que des subdivisions

archéologiques. Les éléments calcaires y sont abondants et complètement arrondis. Le sédiment fin est un sable argilo-limoneux, plus abondamment argileux au sommet qu'à la base du dépôt. La couche 53 est de couleur brun-jaune foncé (F.63). Les couches 54 et 55 sont plus foncées (J.62). Le sommet du dépôt est, par ailleurs, fortement concrétionné. L'industrie est concassée à tous les niveaux : elle appartient au Moustérien typique.

3°- L'ensemble inférieur

Il s'agit des couches 56 à 64, dans lesquelles F. BORDES a reconnu sept niveaux de l'Acheuléen supérieur de faciès méridional. Ces dépôts sont étroitement localisés à l'avant du gisement où ils s'étagent du Sud vers le Nord sur 10 mètres environ et sur une épaisseur totale de 3 mètres. Les formations les plus profondes sont situées à l'extrémité sud du gisement où elles subsistent seulement à l'état de lambeaux dans les infractuosités du sol rocheux.

Bien que subdivisé en cours de fouilles au vu de son contenu archéologique, le remplissage correspondant se présente à l'observation, en deux catégories de dépôts.

Au sommet, sur une épaisseur d'un mètre environ, il s'agit d'un sédiment sablo-argilo-limoneux, présentant, à l'état humide, les propriétés texturales d'une argile plastique et collante. Sa couleur est brun-rouge (F.44). A l'état sec, il acquiert une consistance très dure ; sa structure est polyèdrique, moyennement développée. Il contient quelques éboulis de dimensions variées, émoussés et extrêmement friable, ainsi que des éléments fantômes. De façon graduelle, et sur une épaisseur d'une vingtaine de centimètres environ, le sédiment s'enrichit progressivement en éboulis calcaires. Le contexte est plus hétérogène : des ilôts de sables franchement argileux, à contours diffus, voisinant avec des plages plus sableuses de couleur rouge-jaune (F.46). Il s'agit là des horizons B2 et B3 d'un ancien sol.

Cet ensemble de dépôts englobe les niveaux archéologiques 56, 57, 58 et 59.

La base du dépôt se présente comme un ensemble à première vue homogène, caractérisé par la présence d'éboulis calcaires plus nombreux et plus volumineux, aux angles vifs et de forme généralement aplatie. Le contexte est un sable faiblement argileux et limoneux, de consistance friable et de couleur brun-jaune clair (D.74).

Les niveaux archéologiques 60, 61, 62, 63 et 64 s'y trouvent localisés. L'industrie, plus pauvre que dans les niveaux sus-jacents, appartient également à l'Acheuléen supérieur.

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

Les résultats que nous présentons ici sont ceux que nous avons obtenus en 1966 sur des échantillons prélevés en cours de fouilles les années précédentes.

L'édification d'un mur de protection contre les témoins stratigraphiques nous ayant interdit tout nouveau prélèvement, ces premiers résultats n'ont pu être vérifiés par de nouvelles analyses.

A - L'ensemble inférieur : couches 64 à 56.

1 - Granulométrie globale - Analyses des fractions de diamètre supérieur à 2 mm.

Les résultats de l'analyse granulométrique globale permettent de reconnaître, dans le remplissage rissien de Combe-Grenal, sept ensembles de dépôts.

a - Couches 64 et 63

Les éléments de diamètre supérieur à 10 mm représentent, dans les différents échantillons analysés, plus de 60% du matériel (Pl.72 n°1). Cette catégorie est surtout composée de débris de fort diamètre puisque les éléments supérieurs à 30 mm forment généralement plus de 50% de la fraction et que les éboulis voisins de 100 mm sont presque partout représentés (Pl. 72, n° 2). Les fractions moyennes atteignent un pourcentage voisin de 10, excepté à l'extrême base du dépôt où une faible diminution de la teneur globale du sédiment en éboulis est compensée par une augmentation de près de 5% de la catégorie des graviers. Il s'agit

de débris de roche calcaire faiblement émoussé, de forme aplatie, accompagnés, dans les 8 échantillons analysés, d'agrégats de sables à ciment calcaire (Pl. 73, n° 3).

Du point de vue morphologique, la plupart des cailloux sont des formes aplaties (60% de plaquettes), faiblement émoussés, excepté au sommet de la couche 63 où la valeur de l'indice d'émoussé passe de 25 à plus de 40. La porosité calculée sur les cailloux suit sensiblement la même évolution (Pl. 72, n° 3 et Pl. 73, n° 2).

b - Couche 62

Comparée à la composition des couches 64 et 63, celle de la couche 62 apparaît différente. On notera plus particulièrement une diminution de près de 30% de la catégorie des cailloux, compensée ici par une augmentation des granules et des graviers dont les pourcentages cumulés atteignent des valeurs sensiblement équivalentes à celles enregistrées précédemment. Cette évolution s'accompagne, par ailleurs, d'un amenuisement des éboulis dont le diamètre ne dépasse pas 30 mm (Pl. 72, n° 1 et 2). L'indice d'émoussé conserve des valeurs identiques à celles que nous avons mesurées au sommet de la couche 63 alors que celles de la porosité s'accroissent de façon significative (Pl. 73, n° 1 et 2). Nous pouvons d'ores et déjà interpréter ces caractéristiques comme le résultat de phénomènes de dissolution, auxquels est d'autre part attribuable le concrétionnement qui affecte les dépôts sous-jacents.

c - Couches 61, 60 et 59

A part quelques variations de détails qui proviennent probablement du manque de représentativité de certains échantillons, les dépôts correspondants apparaissent de nouveau de texture très grossière. Les éboulis de diamètre supérieur à 10 mm représentent toujours plus de 50% du matériel ; il s'agit d'éléments de fort diamètre qui, pour quelques uns au moins, atteignent 100 mm (Pl. 72, n° 1 et 2). Comme dans les couches 64 et 63, les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) associent des débris de roche calcaire et des agrégats concrétionnés dont la proportion s'accroît faiblement au sommet du dépôt (25% des grenules et 60% des

graviers) (Pl. 73, n° 3).

Parmi les cailloux, nous avons dénombré près de 50% de plaquettes à tous les niveaux ; les cailloux gélivés, absents dans la couche 62, sont en progression constante et atteignent un pourcentage de 70 dans la couche 60 (Pl. 72, n° 2 et 3). Comme les granules et les graviers, de nombreux cailloux portent des traces de concrétionnement (30% dans la couche 59).

d - Base de la couche 58

Du point de vue textural, une différence doit être établie entre la base et le sommet de la couche 58 (Pl. 72, n° 1 et 2). A la base en effet, les cailloux ne forment pas plus de 20% du sédiment ; leur diamètre ne dépasse pas 50 mm. Ce sont des formes plus émoussées que précédemment (l'indice d'émoussé est ici voisin de 55 contre 45 dans la couche 60). La porosité mesurée sur les cailloux non concrétionnés demeure faible (Pl. 73, n° 1 et 2) ; les concrétions calcaires qui affectent encore 25% des cailloux représentent 15% des granules et 55% des graviers (Pl. 73, n° 3).

d - Sommet de la couche 58

Les éléments supérieurs à 10 mm représentent à nouveau 50% du sédiment ; toutes les catégories dimensionnelles y sont représentées y compris les fractions voisines de 100 mm. Plaquettes et cailloux gélivés sont en progression (35% pour la dernière catégorie). Quelques éléments concrétionnés subsistent à ce niveau tant parmi les cailloux que dans les granules et les graviers.

e - Couche 57

Une nouvelle diminution de la teneur du sédiment en éboulis se manifeste à ce niveau (10% seulement). Il s'agit d'éléments ne dépassant pas 40 mm de diamètre. Les cailloux gélivés et les plaquettes y sont rares (Pl. 72, n° 1, 2, 3 et 4). Les concrétions calcaires sont encore présentes mais peu nombreuses. La porosité qui n'était que de 1 dans la couche 58, atteint une valeur maximale de 4 au sommet de

la couche 57. L'indice d'émoussé qui était en progression constante depuis la couche 59 dépasse ici 60 (Pl. 73, n° 1, 2 et 3).

f - Couche 56

Il s'agit du dernier ensemble isolé par la granulométrie globale. Les éboulis de roche calcaire y atteignent un pourcentage de 40 sans qu'il soit tenu compte ici des éléments fantômes qui abondent à ce niveau. Nous avons assimilé à des plaquettes véritables 30% de formes aplaties bien que la morphologie des éléments correspondants ait été profondément modifiée postérieurement à leur élaboration (Pl. 72, n° 1, 2 et 3) : l'indice d'émoussé atteint ici une valeur maximale de 65 et la porosité est encore élevée (Pl. 73, n° 1 et 2). Ces dernières caractéristiques témoignent de processus de dissolution de forte intensité qui peuvent être rapprochés du concrétionnement qui affecte les couches 57, 58 et 59 sous-jacentes.

2 - Analyses des fractions de diamètre inférieur à 2 mm

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm se définit à tous les niveaux comme un sable argileux, faiblement limoneux, dans lequel le pourcentage des particules colloïdales peut présenter, néanmoins, des différences significatives.

Les courbes cumulatives qui caractérisent ce matériel sont généralement de forme aplatie mais régulière ; elles correspondent à un sédiment mal classé (Hé compris entre 0,90 et 1,10) provenant, en grande partie, de la désagrégation de la roche calcaire, soit par émiettement mécanique, soit par dissolution chimique. Ce point de vue découle en particulier de la comparaison des courbes cumulatives établies par granulométrie du sédiment avant et après décarbonatation et de l'examen des sables grossiers à la loupe binoculaire.

Dans les échantillons prélevés dans les couches 64, 63, 61 et 60 plus particulièrement, la portion de courbe correspondant aux sables grossiers est faiblement inclinée, témoignant d'un matériel mal trié (Hé = 1,20 à 1,40) (Pl. 75) ; il s'agit presque exclusivement de petits

débris de roche calcaire. Après décarbonatation, les sables grossiers tendent à disparaître au profit des sables fins, ce qui a pour effet de fournir une portion de courbe plus redressée entre les mailles 0,200 et 0,050 mm. L'indice d'hétérométrie est alors voisin de 0,90.

Dans les échantillons provenant de la couche 62 et du sommet des dépôts, par contre, pour lesquels l'analyse des fractions grossières a mis en évidence une plus forte altération du sédiment, les courbes cumulatives du sédiment brut et du sédiment décarbonaté sont presque superposables dans le domaine des sables grossiers ; dans les deux cas, l'indice d'hétérométrie est voisin de 0,90 (Pl. 72).

Précisons enfin que le matériel provenant de niveaux particulièrement riches en concrétions calcaires, se répartit en des courbes comparables à cellesqui caractérisent le sédiment des couches 64 ou 63 ; les sables grossiers associent alors des débris de roche calcaire et des agrégats à ciment calcaire.

. La teneur du sédiment fin en matériel inférieur à 0,002 mm est pratiquement constante, avant décarbonatation, sur l'ensemble des couches 64 à 60 comprises ; elle oscille entre 16 et 18% (Pl. 74, n° 1). Après traitement à l'acide, les colloïdes qui ne forment plus que 10% environ de l'échantillon dans les couches 64, 63 et 61, croissent sensiblement dans la couche 62 (13%). Cette caractéristique qui doit être rapprochée des manifestations d'altération que nous avons décelées sur les fractions grossières, peut également être rapprochée de la moindre teneur du sédiment fin en carbonates à ce niveau, ainsi que du léger concrétionnement qui affecte les dépôts immédiatement sous-jacents. Les phénomènes de dissolution que met en évidence la calcimétrie dans la couche 58 (Pl. 74, n° 2), ne s'accompagne d'aucune augmentation particulière du matériel colloïdal.

Le pH est voisin de 8,30 dans tous les échantillons correspondant aux couches 64 à 60. Les valeurs du ΔpH ne présentent pas de grandes variations et oscillent entre 0,30 et 0,40 (Pl. 74, n° 3).

. L'examen des courbes cumulatives et des diagrammes granulométriques globaux révèle une augmentation régulière de la proportion de matériel de diamètre inférieur à 0,002 mm de la couche 59 vers le sommet de la couche 56, en passant par un maximum de 30% au niveau de la couche 58 (Pl. 74, n° 1). Cette répartition de la fraction colloïdale sous la forme d'un gradient bien individualisé à l'intérieur du dépôt est significative de processus d'illuviation particulièrement importants ; elle coïncide, par ailleurs, avec une brusque élévation des valeurs du ΔpH qui atteignent 0,95 dans la couche 57, ainsi qu'avec une très nette décarbonatation du sédiment fin (Pl. 74, n° 2 et 3). Elle situe un horizon d'accumulation très marqué que nous pouvons attribuer en toute certitude à une coupure climatique majeure.

B - L'ensemble moyen : couches 55 à 36

1 - Granulométrie globale - Analyse des fractions de diamètre supérieur à 2 mm.

Si l'on s'en tient aux seuls résultats d'analyses des échantillons que nous avons prélevés, on est conduit à regrouper le remplissage correspondant en 7 ensembles de dépôts.

a - Couches 55 à 53

Le premier échantillon analysé correspond globalement à la couche 55. Les éboulis de diamètre supérieur à 10 mm ne représentent que 40% du matériel mais ils sont accompagnés de granules et de graviers de roche calcaire dont les pourcentages cumulés atteignent une valeur de 30 (Pl. 72, n° 1). Les éléments qui composent la catégorie des cailloux ne dépassent pas 50 mm (Pl. 72, n° 2). Ce sont des formes globuleuses très émoussées et arrondies, à surface régulière présentant un poli caractéristique. L'indice d'émoussé approche la valeur de 80 alors que, fait remarquable, la capacité d'absorption des cailloux n'est que de 1% (Pl. 73, n° 1 et 2). Cette dernière analyse ayant été réalisée sur des échantillons non concrétionnés, il faut donc exclure, dans la faible porosité des éboulis, le rôle éventuel d'un enduit calcaire d'origine

secondaire pouvant obturer les pores de la roche calcaire. Il faut y voir le résultat de remaniements par des phénomènes de cryoturbation, ce que confirme d'ailleurs la présence de silex concassés à pseudo-retouches alternes épaisses au même niveau.

Les échantillons prélevés en continuité dans les couches 54 et 53 présentent des caractéristiques texturales quelque peu différentes, parmi lesquelles il convient de souligner une plus forte proportion de la catégorie des cailloux et une augmentation de la dimension de ceux-ci : certains d'entre eux atteignent 80 mm. Cette évolution s'accompagne d'une diminution du taux de granules et de graviers qui représentent 10% environ du sédiment (Pl. 72, n° 1. Les caractéristiques morphologiques sont, par contre, identiques. Il s'agit d'éléments ronds, en tous points comparables à ceux que nous avons rencontrés dans la couche 55. Les plaquettes véritables à angles vifs y sont totalement absentes : seuls 15% à peine de cailloux présentent une forme plus plate (Pl. 72, n° 3). Bon nombre d'entre eux portent, à leur surface, de fines craquelures réparties en un réseau irrégulier ; ces formes répondent à la définition que nous avons donnée des cailloux fissurés ; 55% des éléments de 10 à 100 mm entrent dans cette catégorie (Pl. 72, n° 4). Nous avons également rencontré des fragments de roche arrondis mais dont l'une des faces porte une fracture ; il s'agit des débris de cailloux gélivés, dissociés lors de l'échantillonnage. Ces formes ne dépassent pas 15%.

b - Couches 52 à 50A

Globalement peu différent de celui de la couche sous-jacente, le sédiment de la couche 52 s'individualise néanmoins par une disparition des éboulis grossiers au profit des éléments de diamètre inférieur à 50 mm. Nous rattacherons donc ce dépôt aux couches 51 à 50A puisque, de bas en haut de cet ensemble, apparaît une diminution progressive de la grossièreté moyenne du sédiment, s'accompagnant par ailleurs d'un amenuisement des éléments qui composent la catégorie des cailloux (Pl. 72, n° 1 et 2).

Du point de vue morphologique, une différence s'établit entre

les couches 52, 51, 50 et la couche 50A (Pl. 72, n° 2 et 3 et Pl. 73, n° 1, 2, 3 et 4). Dans le premier cas, les cailloux conservent une forme identique à celle des cailloux des dépôts sous-jacents : ce sont des formes arrondies et polies dont l'indice d'émoussé est égal à 80. Les éléments aplatis y sont peu nombreux mais les cailloux fissurés plus abondants. Dans le second cas, l'indice d'émoussé est légèrement moindre (70); il correspond à des éboulis corrodés où les éléments détritiques de la roche sont mis en relief par dissolution du ciment calcaire. La porosité qui était déjà en augmentation dans la couche 50, atteint ici une valeur de 6. Le façonnement des cailloux étant lié ici à une plus forte altération du matériau calcaire, il peut être mis sur le compte de processus de dissolution, dissolution qui a conduit à la formation de très nombreux agrégats à ciment calcaire parmi les granules et les graviers de la couche 53. L'extrême abondance des éléments concrétionnés dans les couches 50 et 50A est, par contre, liée à des processus de dissolution et d'illuviation postérieurs.

c - Couches 49 à 44

Individualisées seulement en cours de fouilles au vu de leur contenu archéologique, les couches 49 à 46 nous ont paru présenter des propriétés texturales suffisamment voisines pour que nous ne prélevions que quatre échantillons dans les dépôts correspondants. Elles se distinguent des dépôts immédiatement sous-jacents par une plus forte proportion des éboulis calcaires qui représentent à nouveau 50% du sédiment. Le diamètre de ces éléments ne dépasse pas 40 mm à la base, mais augmente progressivement vers le sommet. Cette évolution se poursuit dans la couche 45 où une augmentation de la proportion des éboulis s'accompagne d'une augmentation de leur diamètre (Pl. 72, n° 1 et 2).

La morphologie des cailloux évolue sensiblement de la base vers le sommet de cet ensemble ; à la base (couches 49 à 46), ce sont uniquement des formes très émoussées et arrondies ; l'indice d'émoussé est ici voisin de 90 (Pl. 73, n° 1). Aucune plaquette n'y est identifiable ni aucun caillou fissuré. La porosité décroît par rapport à la couche 50A sous-jacente (Pl. 73, ° 2). Au sommet (couches 45 et 44), les

éléments arrondis font place à des formes moins globuleuses ; l'indice d'émoussé demeure élevé mais accuse une nette diminution par rapport à celui des couches 49 à 46 alors que la porosité n'évolue pas de façon significative.

Les fractions moyennes (granules et graviers) contiennent encore de rares agrégats à ciment calcaire dans les couches 49 à 46, tandis que dans les couches 45 et 44, elles sont seulement composées de débris de roche calcaire (Pl. 73, n° 3).

d - Couches 43 à 41

Plusieurs arguments permettent d'isoler, à ce niveau, un nouvel ensemble sédimentaire.

Du point de vue granulométrique, on enregistre une moindre teneur du sédiment en éléments supérieurs à 10 mm. Parmi les éboulis eux-mêmes, on dénombre encore quelques éléments voisins de 70 mm (Pl. 72, n° 1 et 2).

Si l'on fait abstraction de l'alignement local de blocs anguleux signalé par F. BORDES entre les couches 42 et 41, mais dont nous n'avons pas fait l'analyse, il est possible d'isoler à ce niveau un nouvel ensemble.

On y enregistre une moindre teneur du sédiment en éléments de diamètre supérieur à 10 mm. Parmi les éboulis eux-mêmes, on dénombre encore quelques éléments voisins de 70 mm dans la couche 43 ; ils disparaissent totalement dans la couche 42 où il ne subsiste plus que des éléments inférieurs à 50 mm.

Les plaquettes et les cailloux fissurés se rencontrent à nouveau à tous les niveaux mais leur pourcentage demeure extrêmement faible (Pl. 72, n° 3 et 4). Comme dans les couches 45 et 44, certaines plaquettes portent sur l'une de leurs faces des bourgeonnements de calcite que nous avons assimilés à des concrétions développées au toit de la grotte (Pl.73, n° 4). L'indice d'émoussé passe de 85 dans la couche 45,à 40 dans les couches 43 et 42, alors que la porosité acquiert à ce niveau une valeur maximale (Pl. 73, n° 1 et 2). Il s'agit là de nouvelles manifestations de dissolution auxquelles peut être également attribué le fort concrétionnement que portent les couches 50 et 50A.

e - Couches 40 et 39

La catégorie des cailloux y représente à nouveau 65% environ du matériel. Les éléments correspondants peuvent atteindre 100 mm de diamètre dans la couche 40, mais la majorité d'entre eux ne dépasse pas 50 mm dans la couche 39 (Pl. 72, n° 1 et 2). 45% sont des plaquettes véritables dans la couche 40 (Pl. 72, n° 3). On y rencontre aussi quelques cailloux fissurés mais leur proportion demeure extrêmement faible (Pl. 72, n° 4). L'indice d'émoussé atteint une valeur minimale de 15 dans la couche 40, mais subit une brusque et remarquable augmentation dans la couche 39 (70). Cette évolution s'accompagnant d'une nouvelle diminution de la porosité, on peut y voir le résultat de remaniements par cryoturbation. Aucune des fractions ne contient de concrétions illuviales (Pl. 73, n° 1 et 2) ; dans la couche 40, 25% des cailloux portent un revêtement de stalactites.

f - Couche 38

Le sédiment ne contient plus que 20% de cailloux ; leur diamètre est inférieur à 60 mm. Ils sont accompagnés d'une proportion équivalente de granules et de graviers. Les plaquettes y sont rares, ainsi d'ailleurs que les cailloux fissurés. L'indice d'émoussé est encore élevé, moins toutefois que dans le dépôt sous-jacent ; il peut être mis ici en relation avec des processus de dissolution puisqu'au même niveau la porosité subit une nouvelle augmentation (Pl. 73, n° 1 et 2).

g - Couches 37 et 36

Le pourcentage des éboulis ne dépasse pas 40. Ce sont des éléments de faible diamètre encore dans la couche 37 ; dans la couche 36, par contre, apparaîssent des éléments plus volumineux dont certains atteignent 70 mm (Pl. 72, n° 1 et 2). Ce sont surtout des éléments polyédriques ; dans la même couche, nous avons dénombré 20% de formes aplaties correspondant à des plaquettes profondément modifiées par altération postérieure (Pl. 72, n° 3); l'indice d'émoussé est voisin de 60 et coïncide avec une importante valeur de la porosité (Pl. 73, n° 1 et 2).

Les fractions moyennes sont des débris de roche calcaire extrêmement friables auxquels s'ajoutent quelques agrégats à ciment calcaire.

Nous avons enfin décompté quelques fragments de stalactites au sommet de la couche 37 (Pl. 73, n° 4).

2 - Analyses des fractions de diamètre inférieur à 2 mm

La comparaison des caractéristiques du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm prélevé en continuité dans les couches 55 à 36 permet d'isoler deux faciès granulométriques différents.

La courbe cumulative correspondant aux échantillons prélevés dans la couche 49 illustre le premier faciès (Pl. 76). Son tracé plat et irrégulier est représentatif d'un sédiment mal trié ; les valeurs de l'indice d'hétérométrie varient entre 0,130 et 0,140. Ce type de courbe caractérise plus particulièrement le sédiment fin des couches 55 à 52, 49 à 46 et 39, c'est-à-dire des dépôts où le façonnement des éboulis calcaires et le concassage du matériel archéologique permettent de conclure à des remaniements d'origine cryergique.

Le second faciès que nous avons reconnu est en tous points comparable à celui du sédiment fin des couches 64 à 56 (Pl. 76). Sa représentation graphique est plus régulière et caractérise un matériel mieux classé ; l'indice d'hétérométrie est voisin de 1,10. C'est à cette seconde catégorie de sédiment que correspondent les couches 45, 44, 43, 42, 37 et 36. Il s'agit d'un produit de désagrégation de la roche calcaire par émiettement mécanique ou par dissolution chimique.

Comme précédemment, la présence d'agrégats à ciment calcaire se manifeste par un faible renflement dans le domaine des sables grossiers. Cette particularité est surtout sensible pour les couches 52, 51,50 et 40 ; elle confirme que les dépôts correspondants ont été affectés par un concrétionnement carbonaté secondaire.

L'examen des grains de quartz à la loupe binoculaire n'apporte que peu d'éléments de différenciation entre les différents dépôts ; on soulignera seulement la présence de rares éléments à inclusions ferrugineuses de couleur rouille dans la couche 50A.

Le sédiment inférieur à 2 mm se définit à tous les niveaux comme un sable argilo-limoneux. Les pourcentages des particules inférieures à 2 mm y présentent, néanmoins, des variations importantes dont il convient de préciser la signification en les comparant aux données de la calcimétrie et aux valeurs du ΔpH (Pl. 74, n° 1, 2 et 3).

Le diagramme granulométrique global où sont cumulés les pourcentages de sables, de limons et de colloïdes présente trois zones où le taux de la fraction de diamètre inférieur à 0,002 mm est plus important.

La première correspond aux couches 55 à 50A. Les colloïdes qui représentent déjà 19% du sédiment fin dans la couche 55, atteignent une proportion de 23% dans la couche 50A. Cette évolution coïncide avec une diminution progressive de la teneur du matériel inférieur à 2 mm en carbonates qui passent de 55% dans la couche 55 à 29% seulement dans la couche 50A. Le ΔpH qui n'est que de 0,70 à la base de cet ensemble de couches, atteint une valeur de 0,90 et 0,85 dans les couches 50 et 50A. Il s'agit du résultat de processus d'altération et de lessivage, auxquels on peut également rapporter la forte porosité des éboulis dans les couches 50 et 50A, ainsi que le concrétionnement qui affecte la couche 52.

La deuxième zone de plus grande concentration en particules colloïdales, correspond aux couches 44 à 41. La valeur maximale atteinte par ces fractions coïncide cependant avec les couches 43, 42 et 41 dans lesquelles nous avons mis en évidence une plus grande porosité des éboulis. Le diagramme calcimétrique situe une zone de moindre teneur en carbonates dans les mêmes niveaux (28% seulement dans les couches 43, 42 et 41). Cette évolution peut être tenue comme caractéristique de processus d'altération et de lessivage, auxquels ont peut aussi attribuer le concrétionnement que portent les couches 44 à 50.

Une nouvelle augmentation du taux des colloïdes se manifeste dans les couches 37 et 36 ; il lui correspond une moindre teneur du matériel inférieur à 2 mm en carbonates, ainsi qu'une nouvelle augmentation du ΔpH. Nous remarquerons néanmoins que, à l'inverse de ce qui se réalise dans les deux zones d'altération précédentes, le taux maximal des colloïdes se place ici au sommet du dépôt (couche 36).

L'altération que nous avons mise en évidence au niveau de la couche 38 par l'analyse du sédiment grossier, ne s'accompagne d'aucune modification particulière du taux des colloïdes ; le pourcentage des carbonates et la valeur du ΔpH restent inchangés par rapport à la couche 39 sous-jacente. L'augmentation de la proportion des carbonates dans la couche 40, que nous savons liée à la présence d'agrégats à ciment calcaire parmi les sables grossiers, est la seule manifestation que l'on puisse attribuer avec certitude à des phénomènes de lessivage contemporains de la formation de la couche 38.

C - L'ensemble supérieur : couches 35 à 1

1 - Granulométrie globale - Analyses des fractions de diamètre supérieur à 2 mm.

- Les couches 35 à 23 contiennent à tous les niveaux des éboulis calcaires qui forment toujours plus de 50% du sédiment ; ils sont accompagnés d'une proportion constante de granules et de graviers (10% environ) (Pl. 72, n° 1).

Si l'on tient compte maintenant du diamètre des cailloux et de leur morphologie, on s'aperçoit que les couches 35 à 26 et 25 à 23 correspondent à deux catégories de dépôts.

Dans le premier cas, ce sont surtout des éléments voisins de 40 à 60 mm qui forment la plus grande partie des cailloux.(Pl. 72, n° 2). Les plaquettes sont présentes à tous les niveaux mais leur pourcentage ne dépasse pas 25 (Pl. 72, n° 3). Les formes polyédriques y sont prédominantes ; l'indice d'émoussé conserve à tous les niveaux des valeurs importantes variant entre 50 et 60 ; la porosité y est élevée et ses valeurs dépassent même, dans la couche 35, celles mesurées sur les éboulis de la couche 36 (Pl. 73, n° 1 et 2). A l'inverse de ce que nous avons constaté dans les différents échantillons de l'ensemble moyen, les cailloux fissurés sont ici absents. Les cailloux largement gélivés en deux ou trois larges fragments sont, par contre, présents à tous les niveaux (40% des cailloux à la base de la couche 35) (Pl. 72, n° 4).

Aucune concrétion d'origine illuviale n'apparaît à la surface des éboulis, et les fractions moyennes (granules et graviers) sont exclusivement composées de fragments de roche calcaire. 15% des éboulis portent sur une de leurs faces un revêtement de stalactites dans les couches 35-34, 30-29 et 26 (Pl. 73, n° 4).

Les couches 25 à 23 s'individualisent par une proportion plus importante de la catégorie des cailloux ; ceux-ci forment toujours plus de 60% du sédiment et atteignent un pourcentage maximal à la base de la couche 24 (80%). Ils ne sont accompagnés que de 10% de granules et de graviers. Parallèlement, la dimension des éboulis a considérablement augmenté, les éléments de 80 à 100 mm formant toujours près de 20% du matériel (Pl. 72, n° 1 et 2). Du point de vue morphologique, on notera plus particulièrement une augmentation de la proportion des plaquettes et des cailloux gélivés (respectivement 50 et 40% dans la couche 24). Les valeurs de l'indice d'émoussé diminuent progressivement jusqu'à un minimum de 20 dans la couche 23 alors que celles de la porosité décroîssent de deux unités par rapport aux dépôts sous-jacents. Les fragments de stalactites sont présents à tous les niveaux (10% des cailloux portent de tels éléments). Des concrétions d'origine illuviale affectent près de 10% des cailloux ; les agrégats à ciment calcaire représentent toujours près de 10% des granules et des graviers.

- Si l'on s'en tient toujours aux données de la granulométrie globale, les couches 22 à 17 se groupent en un nouvel ensemble dans lequel la catégorie des cailloux accuse une diminution de près de 30% (Pl. 72, n° 1 et 2). Les éléments qui composent cette fraction sont, par ailleurs, de faible diamètre : dans les couches 19, 18 et 17, ils ne dépassent pas 30 mm. La morphologie des éboulis tend également à attribuer les couches 22 à 17 à une même phase de sédimentation : la catégorie des plaquettes et celle des cailloux gélivés sont globalement moins importantes que précédemment (Pl. 72, n° 3 et 4), et l'indice d'émoussé montre, dans ces différents niveaux, une très nette augmentation. Nous verrons pourtant que l'analyse du sédiment fin tend à isoler les couches 22-21-20 des couches 19-18-17, ce que mettent déjà en évidence les

valeurs de la porosité qui sont plus faibles dans les couches 19 à 17 que dans les couches 22 à 20 (Pl. 73, n° 1 et 2).

- Un autre ensemble de dépôts regroupe les couches 16, 15 et 14. Par rapport aux couches 19, 18 et 17 sous-jacentes, on note dans la couche 16 une augmentation de près de 30% des cailloux, la fraction correspondante devenant plus importante encore dans la couche 15 où elle atteint un taux de 65%. Il s'agit d'éléments généralement grossiers dont 15% environ sont voisins de 80 mm (Pl. 72, n° 1 et 2). 50% d'entre eux sont des formes aplaties et 20%, des cailloux gélivés (couche 14) (Pl. 72, n° 3 et 4). L'indice d'émoussé est voisin de 20 alors que la porosité conserve des valeurs identiques à celles que nous avons mesurées dans les couches 19, 18 et 17 (Pl. 73, n° 1 et 2). 20% des cailloux portent un revêtement de stalactites (Pl. 73, n° 4).

- La catégorie des cailloux représente encore 55% du sédiment dans la couche 13, ce qui tendrait à rapprocher ce dépôt des formations immédiatement sous-jacentes. Une différence fondamentale apparaît cependant dans la composition granulométrique de la fraction correspondante puisque les éléments grossiers disparaissent brutalement au profit des cailloux de 10 à 50 mm. Cette caractéristique s'accentue encore dans les couches 12 et 11 où une nouvelle diminution du pourcentage des éboulis s'accompagne d'une réduction concomitante de leur diamètre (Pl. 72, n°1 et 2). Les plaquettes ne sont que faiblement représentées, de même d'ailleurs que les cailloux gélivés parmi des éléments plus émoussés et plus altérés que précédemment (couche 11 surtout). Les fragments de stalactites sont absents de la couche 12 mais représentent 30% des cailloux dans la couche 11 (Pl. 73, n° 4).

- Les éboulis de roche calcaire forment à nouveau 50% des échantillons prélevés dans la couche 10, puis 80% du sédiment au niveau de la couche 9. Dans les deux cas, ce sont des éléments grossiers (Pl.72, n° 1 et 2). Les plaquettes à angles vifs et les cailloux gélivés y forment respectivement 50 et 30% du matériel supérieur à 10 mm alors que l'indice d'émoussé et la porosité atteignent, dans les mêmes niveaux, des valeurs très inférieures à celles qui caractérisent les dépôts

sous-jacents (Pl. 72, n° 2 et 3 et Pl. 73, n° 1 et 2). Les concrétions illuviales sont totalement absentes de la couche 10 ; elles réapparaîssent dans la couche 9 mais leurs pourcentages demeurent faibles (Pl. 73, n° 3).

- Les seules données de la granulométrie globale incline-raient à attribuer les couches 8 et 7 à deux phases de sédimentation différente. La couche 8 contient, en effet, 40% seulement d'éboulis supérieurs à 10 mm alors que dans la couche 7, la même fraction représente déjà 70% du matériel. La granulométrie des cailloux tend pourtant à rapprocher ces deux dépôts puisque, dans les deux cas, les éboulis ne dépassent pas 60 mm de diamètre. Ce sont des formes polyédriques ou globuleuses dans lesquelles nous n'avons reconnu que 10% seulement de plaquettes. Les valeurs de l'indice d'émoussé sont voisines, de même que celles de la porosité.

- Le sommet du remplissage où se trouvent localisées les couches 6 à 1 se caractérise par une nouvelle et très importante augmentation de la proportion des éboulis : cette fraction représente toujours plus de 50% du sédiment dans les différents niveaux correspondants. La granulométrie des cailloux révèle également des caractéristiques communes que l'on peut résumer par la présence de toutes les catégories dimensionnelles, y compris celle de 90 à 100 mm (Pl. 72, n° 1 et 2). Les plaquettes à angles vifs et les cailloux largement gélivés y sont abondamment représentés ; leurspourcentages évoluent respectivement dans les limites de 35 à 45% et de 35 à 40% (Pl. 72, n° 2 et 3). Les cailloux portant des revêtements de stalactites sont étroitement localisés dans les couches 6 à 4 alors que les cailloux concrétionnés et les agrégats à ciment calcaire parmi les granules et les graviers atteignent des pourcentages maximaux dans les derniers dépôts du remplissage.

2 - Analyses des fractions de diamètre inférieur à 2 mm.

A une exception près que nous analyserons plus loin, le sédiment inférieur à 2 mm prélevé aux différents niveaux des couches 35 à 1 témoigne de caractéristiques granulométriques communes.

Avant décarbonatation, le matériel inférieur à 2 mm se répartit en des courbes au tracé plat mais régulier, en tous points comparables à celles que nous tenons pour caractéristiques ici de la désagrégation de la roche calcaire par émiettement mécanique ou par dissolution. L'indice d'hétérométrie oscille entre les valeurs de 1,10 et de 1,15. Après décarbonatation, le matériel donne des courbes quelque peu différentes, plus nettement redressées dans le domaine des sables, et dont l'indice de classement est voisin de 0,90.

Comme dans le cas des couches 64 à 56, la comparaison des courbes établies par granulométrie du sédiment brut et du sédiment décarbonaté nous a permis de confirmer la présence de zones de plus forte altération dans la séquence considérée. C'est ainsi que dans les couches 21, 11 et 8 plus particulièrement, le taux des sables grossiers est pratiquement identique avant et après traitement à l'acide. Du point de vue graphique, cette particularité se matérialise par la superposition des deux catégories de courbes dans toute leur portion correspondant aux sables grossiers, ce qui n'est pas le cas pour les autres échantillons où la présence d'une importante composante calcaire se manifeste par un renflement de la courbe entre les mailles 2 mm et 0,150 mm. Une particularité apparaît dans la composition granulométrique du sédiment provenant des couches 19, 18 et 17. Elle consiste en la présence d'une fraction limoneuse plus abondante (21% contre 14% dans la couche 16 sur sédiment brut). Du point de vue graphique, une discontinuité se manifeste dans le tracé de la courbe où se dessine un palier bien individualisé entre le domaine sableux et le domaine limoneux (Pl. 77). Cette particularité est significative de deux apports différents : l'un provient de la désagrégation de la roche calcaire (Hé = 1,10 sur sédiment brut et 0,85 sur sédiment décarbonaté), l'autre caractérise probablement des manifestations éoliennes. Précisons toutefois que ces dernières n'ont entraîné aucun façonnement des grains de quartz.

La comparaison des variations de la teneur du sédiment fin en colloïdes et en carbonates individualise plusieurs zones d'altération. On notera cependant que ces variations sont beaucoup moins spectaculaires que dans l'ensemble de dépôts sous-jacents.

La première se situe au niveau des couches 22, 21 et 20 dans lesquelles nous avons déjà remarqué une moindre abondance des éboulis, et une plus grande altération de ceux-ci. Les carbonates y accusent une diminution de près de 10% qui coïncide avec une augmentation des pourcentages de colloïdes (36% contre 22% dans la couche 23).

La deuxième, plus nettement marquée, apparaît dans les couches 13, 12 et 11 où nous avons également noté des manifestations d'altération sur le matériel grossier. Les carbonates ne représentent plus que 23% du sédiment fin alors que les colloïdes acquièrent une valeur de 34%.

La troisième enfin, beaucoup plus discrète, se caractérise par une nouvelle mais faible diminution du taux des carbonates (ils représentent encore 32% du matériel inférieur à 2 mm), et une légère augmentation du pourcentage des colloïdes, dans les couches 8 et 7 où les fractions grossières témoignent également de processus d'altération

III - ATTRIBUTION CHRONOLOGIQUE DES DEPOTS

Nous avons souligné, en début de chapitre, que le sol rocheux du gisement de Combe-Grenal s'organisait en trois paliers successifs coïncidant avec trois décrochements principaux des parois de l'abri. Ainsi se trouvent délimitées trois aires d'érosion différentes, dans lesquelles les dépôts se sont accumulés en trois unités sédimentaires bien distinctes. Nous en avons résumé précédemment les principales caractéristiques.

La première, dont le sommet porte l'empreinte de phénomènes pédogénétiques particulièrement intenses, est localisée à l'avant du gisement. Ses derniers dépôts ne franchissent pas le premier palier du sol rocheux.

La deuxième qui surmonte une zone d'altération de moindre importance, atteint le deuxième palier du plancher de l'abri.

La troisième enfin recouvre en partie les dépôts précédents, mais prend son développement maximal sur le palier le plus haut.

Trois étapes fondamentales se sont donc succédées dans la formation et dans le remplissage de la grotte-abri de Combe-Grenal.

Ces observations et la présence d'industries acheuléennes et moustériennes dans le remplissage ont conduit F. BORDES à dater les dépôts correspondants respectivement du Riss III (couches 64 à 55), du Würm I (couches 54 à 36) et du Würm II (couches 35 à 1).

Les données de la paléontologie ont depuis, en tous points, confirmé cette interprétation.

Se fondant seulement sur l'inventaire des restes osseux mis à jour par les travaux de fouilles, F. BORDES et F. PRAT (1965) ont montré que les faunes appartenant respectivement aux couches 64 à 55, 54 à 36 et 35 à 1 présentaient des associations suffisamment différentes pour appartenir aux trois stades glaciaires précédemment définis.

La présence du Cerf en des proportions variées dans tous les dépôts würmiens a, par ailleurs, permis à F. PRAT et C. SUIRE (1971), de procéder à une étude comparative de cet animal. Se basant sur les variations du diamètre mésio-distal de certaines prémolaires et molaires, ainsi que sur celles des troisièmes phalanges d'individus adultes, ces auteurs sont parvenus à la conclusion que les Cerfs des couches 54 à 36 et ceux des couches 35 à 1 représentaient deux sous-espèces ou deux races différentes.

Nous allons voir enfin que l'interprétation des résultats des études sédimentologiques et palynologiques présente de frappantes similitudes avec celle que nous avons donnée du remplissage würmien du Pech-de-l'Azé.

III - SIGNIFICATION CLIMATIQUE DES DEPOTS

A - Les dépôts d'âge Riss III.

Bien que profondément modifiés en leur sommet par la pédogénèse interglaciaire, ces dépôts sont caractérisés par la prédominance des éboulis cryoclastiques. Ils témoignent donc, dans leur ensemble, d'une sédimentation particulièrement active sous des conditions climatiques rigoureuses.

Les variations texturales et morphologiques que met en évidence la sédimentologie indiquent, néanmoins, que des épisodes plus modérés sont intervenus pendant la période correspondante. Aucun d'entre eux ne paraît suffisamment marqué pour représenter une manifestation interstadiaire, ce qui confirme l'appartenance des couches 64 à 56 à un seul stade glaciaire, le Riss III.

La sédimentologie indique la succession de sept phases climatiques de nature et d'importance inégales, ce qui est d'ailleurs en tous points conforme aux données de la palynologie

Phase 1 :

Les dépôts correspondants ayant été en partie détruits par l'évolution du versant, ils ne subsistent qu'à l'état de lambeaux dans les infractuosités du sol rocheux. Leurs caractéristiques texturales et morphologiques, parmi lesquelles nous soulignerons l'abondance des plaquettes dans un matériel particulièrement grossier, sont significatives de conditions climatiques froides et sèches.

La plus forte altération dont témoigne la base de la couche 64, ainsi que la présence de fragments de stalactites dans la couche 63, correspondent probablement à une pulsation un peu plus humide dans les premiers moments du remplissage.

A ce niveau, la flore pollinique que caractérise un taux de boisement faible avec, comme seul représentant, le Pin sylvestre et,

très rare, le Genévrier, ne comporte en effet que quelques pollens seulement d'Héliophiles ; la strate herbacée est dominée par les Composées et les Graminées.

Au sommet de la couche 64 et dans la couche 63, par contre, le taux de boisement tombe à 5-6% alors que les Héliophiles prédominent parmi les herbacées.

Phase 2 :

Elle correspond à l'édification de la couche 62 dans laquelle nous avons reconnu une proportion accrue d'éléments calcaires de faible diamètre. De telles caractéristiques supposent un climat moins froid que précédemment, au cours duquel des alternances gel-dégel répétées, de faible intensité et de faible amplitude, se sont succédées dans un contexte plus humide. C'est à cette dernière caractéristique que nous attribuerons le plus fort degré d'émoussé des éboulis du sommet de la couche 63, la plus forte altération du sédiment de la couche 62, la moindre teneur du sédiment fin en carbonates à ce niveau, ainsi que la présence de concrétions d'origine illuviale parmi les graviers du dépôt sous-jacent. C'est au cours de cet épisode que les stalactites dont nous trouvons les débris dans la couche 61 se sont développés au toit de l'abri.

A ce niveau, le taux de boisement remonte à 15% ; au Pin sylvestre en progression s'ajoutent quelques Genévriers ainsi que quelques feuillus tels que le Noisetier et l'Aulne. Les Cypéracées et les Hygrophiles deviennent plus nombreuses. Cette association est également caractéristique d'une phase climatique plus humide et moins froide que la précédente.

Phase 3 :

L'augmentation du pourcentage des éboulis et l'abondance croissante des plaquettes dans les couches 61, 60 et 59 indiquent que le climat est devenu de plus en plus froid. Le taux constamment élevé

de carbonates dans la fraction fine du sédiment ainsi que l'absence de concrétions illuviales dans la couche 62,montrent que le climat est demeuré sec pendant toute cette période.

C'est aussi l'interprétation que permet de retenir la palynologie. On note en effet, dans les mêmes niveaux, un nouvel affaiblissement du taux de boisement (7-8%) avec la présence du Pin sylvestre seul. Les Héliophiles et les Composées dominent les essences herbacées. Quelques éléments steppiques apparaîssent, tels que Helianthemum, Knautia, Poterium sanguisorba.

Les derniers dépôts du remplissage à industries acheuléennes portent l'empreinte de la pédogénèse interglaciaire. Presque totalement "digérés" et, de surcroît, concrétionnés par les phénomènes d'altération postérieurs, ils ne rendent pas compte du sédiment originel. A partir du sommet de la couche 59, et jusqu'au sommet du remplissage rissien, se manifeste un appauvrissement régulier du sédiment en éboulis. Les variations que la sédimentologie met en évidence dans la texture et dans la morphologie de ces éboulis permettent cependant d'y reconnaître la succession de quatre nouvelles phases climatiques.

Phase 4 :

C'est une phase de légère amélioration thermique et de plus forte humidité, à laquelle on peut rapporter les premiers dépôts de la couche 58. Les éboulis y sont à nouveau moins volumineux et moins nombreux ; le plus fort degré d'émoussé qui les caractérise, la moindre abondance des carbonates à ce niveau, enfin la présence de concrétions illuviales dans les graviers du sommet de la couche 61 et à la base de la couche 60, sont significatifs de processus de lessivage contemporains.

Phase 5 :

Un climat beaucoup plus froid et plus sec a entraîné un nouveau démantèlement du toit de l'abri, donnant naissance aux derniers dépôts de la couche 58. Le sédiment contient en effet, à ce niveau,

des éboulis calcaires beaucoup plus nombreux et de plus fort diamètre, que des alternances gel-dégel de forte intensité et de forte amplitude ont brisés en larges fragments au fur et à mesure de leur élaboration.

Phase 6 :

Bien que profondément modifiés par l'altération interglaciaire, la couche 57 montre par rapport aux dépôts qui l'encadrent, une moindre teneur en éboulis et un plus faible diamètre des éléments correspondants. Il s'agit là du produit d'une courte amélioration thermique à laquelle s'est vraisemblablement associée une plus grande humidité. Une partie des concrétions que contiennent les granules et les graviers de la couche 59 pourrait être le résultat d'un lessivage contemporain de cette phase.

Phase 7 :

Elle est responsable de l'édification des derniers dépôts du Riss III (couche 56) et correspond à une nouvelle dégradation des conditions climatiques dans un contexte beaucoup plus sec. Ce point de vue découle plus particulièrement de la présence d'éboulis encore nombreux et volumineux à ce niveau, dans un contexte pourtant fortement altéré.

Bien que corroborant dans l'ensemble les résultats de la sédimentologie, la palynologie donne moins de détails.

C'est ainsi que la couche 58 que nous avons rapportée à deux phases climatiques consécutives apparaît, au vu de la palynologie, comme contemporaine d'une seule oscillation à caractère modérément froid et plus humide. La flore arbustive comprend essentiellement le Pin sylvestre et le Genévrier ; il s'y ajoute quelques pollens de Noisetier et d'Aulne. Le taux de boisement atteint 15%. On observe un nouveau développement des Cypéracées et des Hygrophiles aux côtés de Graminées, en même temps que les essences steppiques et les Héliophiles tendent à disparaître.

La palynologie tend, par ailleurs, à regrouper en une même

phase climatique exceptionnellement froide et sèche les couches 57 et 56. Le taux de boisement y est très bas (7-6%). Les feuillus sont complètement absents. Les herbacées sont dominées par les Composées ainsi que par de très nombreuses Héliophiles. Il s'y ajoute des éléments steppiques plus nombreux.

De nouveaux prélèvements pour analyses sédimentologiques et palynologiques seraient probablement nécessaires pour résoudre ces contradictions.

La paléontologie confirme le caractère exceptionnellement rigoureux du troisième stade rissien à Combe-Grenal.

Le Renne est, en effet, présent à tous les niveaux et domine très largement la faune ; ses pourcentages dépassent 90 dans la couche 60, et même 95 dans la couche 59. Il est accompagné du Bouquetin et, dans la couche 59, de l'Antilope Saïga. Quelques vestiges de Bovidés et de Cheval sont associés, vers le sommet des dépôts (couche 58 plus particulièrement) à quelques restes de Cerfs, de Chevreuil et de Sanglier dont la présence suppose le développement de feuillus en quelques points abrités de la région.

La présence de rares restes de Daim dans les couches 59, 58 et 57, surprenante au premier abord, inclinerait, selon F. PRAT, à reconsidérer la signification climatique que l'on accorde habituellement à cet animal.

B - Manifestations de l'interglaciaire Riss - Würm.

Les évènements climatiques qui, à Combe-Grenal, sont rapportés à l'interglaciaire Riss - Würm, sont représentés par un sol d'altération véritable.

Nous avons, en effet, reconnu dans les couches 56 à 59 un horizon B2 particulièrement développé, franchement argileux, et présentant une structure polyédrique et une couleur brun-rouge. Cet horizon englobe des éboulis fantômes complètement décomposés.

Plus bas, l'horizon B3, plus hétérogène, associe des ilôts très argileux, de couleur brun-rouge, à des plages plus sableuses de couleur brun-jaune. Nous pouvons enfin considérer la plus grande partie du concrétionnement qui affecte les couches 59 et 58 comme l'horizon calcique de ce paléosol.

De telles caractéristiques supposent des conditions climatiques chaudes et humides dont nous ne pouvons cependant pas déterminer avec précision l'intensité en l'absence d'analyses chimiques et minéralogiques appropriées.

Nous n'avons pas trouvé trace des horizons éluviaux, ni des horizons d'accumulation superficiels de ce paléosol. Pourtant, l'augmentation progressive de la proportion des colloïdes, du sommet du dépôt jusqu'à un maximum dans la couche 58, puis leur diminution graduelle vers le bas, montrent que les phénomènes d'érosion qui sont intervenus postérieurement à la phase de pédogénése n'ont pas été particulièrement importants. Ils n'ont eu, en tous cas, aucune commune mesure avec ceux qui, au Pech-de-l'Azé II, ont évacué localement la totalité des dépôts d'âge Riss III.

C - Les dépôts du Würm I.

La première interprétation climatique des dépôts de Combe-Grenal, que nous avons publiée en 1966 (BORDES F., LAVILLE H., et M.M. PAQUEREAU, 1966), faisait état de la succession de sept phases climatiques pendant le premier stade würmien.

La comparaison que nous avons été amené à établir depuis avec les résultats de l'étude sédimentologique du Pech-de-l'Azé II,nous a conduit à accorder une importance particulière à un certain nombre de détails que nous avions, jusque là, ignorés. Il s'agit, entre autres, de l'alignement d'éboulis anguleux qui, au dire de F. BORDES, s'intercalait localement entre les couches 42 et 41. Nous verrons que ce dépôt représente l'équivalent stratigraphique de la couche 2G2 du Pech-de-l'Azé II ; c'est là une hypothèse que nous avions avancée dès 1969 (LAVILLE H. 1969, p. 514).

Phase 1 :

Elle correspond à la mise en place des couches 55 à 53. Cet ensemble de dépôts se caractérise par une prédominance des éboulis d'origine cryoclastique, et peut être globalement attribué à un climat rigoureux.

Dans le détail, la couche 55 nous est apparue de texture moins grossière que les dépôts sus-jacents. Les éboulis représentent à peine la moitié du matériel et sont accompagnés d'une quantité importante de graviers de roche calcaire. Nous avons, par ailleurs, reconnu dans le façonnement de ces éléments, le produit de phénomènes de cryoturbation, ce que confirme la présence de silex concassé au même niveau. Ces différentes données nous permettent d'y voir le résultat d'un climat froid mais caractérisé par des alternances gel-dégel fréquentes, quotidiennes ou saisonnières, dans un contexte humide. L'humidité contemporaine a entraîné la formation d'un revêtement de stalactites sur les parois de l'abri dont nous avons retrouvé les débris dans la couche 54.

Les couches 54 et 53 comportent un sédiment plus riche en éboulis. Ces éléments qui forment la quasi totalité du matériel analysé sont, pour la plupart, de fort diamètre. Ils représentent donc le produit d'un climat plus froid et plus sec que précédemment, caractérisé par des phénomènes de gélivation de plus grande amplitude.

L'arrondi et le poli des cailloux à ces niveaux, le concassage du matériel archéologique dans la couche 53, sont enfin significatifs de phénomènes de cryoturbation postérieurs à leur mise en place.

Nous sommes donc conduit à distinguer trois étapes principales dans la formation des couches 55 à 53, correspondant à trois pulsations climatiques à l'intérieur d'une même phase à tendance froide :

a - Climat froid et humide (couche 55) marque l'amorce de cette phase.

b - Climat plus froid et sec : maximum climatique (couches 54 et 53).

c - Instabilité climatique dans un contexte plus humide au déclin de la même phase : cryoturbation des couches 54 et 53.

La palynologie nuance quelque peu notre interprétation. La composition de la flore arbustive est, en effet, homogène dans les couches 55 et 54. Le Pin sylvestre est largement dominant, accompagné de quelques pourcentages de Genévrier. La strate herbacée montre aux mêmes niveaux un net développement des Graminées et des Composées Artémisiées. De nombreuses Héliophiles y sont présentes. Une telle association indique un climat froid accompagné d'une certaine humidité.

Dans la couche 53, quelques feuillus apparaîssent (Aulne, Saule, Noisetier) alors que la flore herbacée comprend des Hygrophiles plus nombreuses.

Le Renne, chassé de la région lors de l'interglaciaire Riss - Würm, ne réapparaît pas. Le Cerf domine la faune, accompagné, par ordre d'importance, du Cheval, du Chevreuil, du Sanglier, des Bovidés et, sporadiquement, du Daim (couche 55) et du Megaceros (couche 54).

Phase 2 :

Les dépôts qui la caractérisent appartiennent aux couches 52 à 50A. Nous y avons démontré la superposition de sédiments de texture et de morphologie différentes,dans lesquels on peut reconnaître les manifestations de l'amorce, du développement et du déclin d'une même phase climatique à tendance générale presque tempérée et humide.

a - Nous attribuerons aux premiers moments de cet épisode la formation des couches 52 et 51, à l'intérieur desquelles nous avons constaté une diminution progressive de la proportion et du diamètre des éboulis ; il s'agit du produit de phénomènes de gélivation de faible intensité, dans un contexte déjà humide. La fissuration des galets calcaires et

la cryoturbation qui les a affectés sont probablement contemporaines du dépôt ou immadiatement postérieures.

b - Les couches 50 et 50A sont contemporaines d'un climat plus tempéré et plus humide. Les éboulis calcaires y sont presque absents alors que quelques éléments d'origine sidérolithique parmi les sables de la couche 50A indiquent des phénomènes de ruissellements diffus ou de faibles solifluxions.

c - La profonde altération que caractérise le fort degré d'émoussé, et la plus grande porosité des cailloux dans ces dépôts, sont le résultat de processus de dissolution. Ils sont vraisemblablement contemporains d'un court arrêt de sédimentation postérieur à la formation de la couche 50A, au cours duquel les phénomènes de lessivage ont été suffisants pour entraîner la migration des colloïdes dans les couches 52 à 55. C'est au même moment que les stalactites dont nous avons trouvé les débris dans les couches 49 à 53, se sont développées au toit de l'abri.

d - Il est enfin probable que la base de l'ensemble des couches 49 à 46, dans laquelle nous avons mis en évidence une moindre proportion d'éboulis qu'au sommet, correspond aux derniers moments de cette phase. Il s'agit là du produit d'un climat à nouveau plus froid mais encore humide, auquel est également attribuable la cryoturbation de ce dépôt, au fur et à mesure de son élaboration.

La palynologie permet de rapporter globalement les couches 52 à 50A à une phase climatique tempérée et humide, mais ne fait pas apparaître les différentes nuances que nous venons de décrire. Le taux de boisement remonte, en effet, très fortement et se maintient au voisinage de 60%. La flore arbustive est largement représentée. A côté du Pin sylvestre en progression, le Noisetier est l'élément dominant. Le groupe des feuillus se développe avec le Tilleul, l'Orme, le Chêne, l'Erable, le Frêne, le Hêtre, l'Aulne et le Saule. Les Cypéracées, les Graminées et les Hygrophiles dominent la flore herbacée.

Le Cerf demeure l'animal dominant et se développe plus particulièrement dans les couches 50 et 50A (85%).Il est suivi du Cheval, des Bovidés, du Chevreuil, du Sanglier et du Mégaceros. La couche 52 comporte, en outre, de très rares restes de Renne et de Lynx.

Phase 3 -

Les couches 49 à 44 que nous lui avons rapportées indiquent un nouveau changement de climat dans le sens d'un froid plus rigoureux et plus sec. Cette interprétation repose en particulier sur une plus forte proportion des éboulis grossiers. Le développement de phénomènes de cryoturbation que mettent en évidence le façonnement des cailloux et le concassage du matériel archéologique dans les couches 49 à 46, semble cependant indiquer la persistance d'une certaine humidité au début de cette phase.

Le taux de boisement est, en effet, encore de 24% dans ces premiers dépôts, avec la présence du Tilleul, de l'Orme, du Chêne, de l'Erable et du Frêne. Il passe ensuite à 14%, avec disparition progressive des principaux feuillus. Les Graminées, les Artémisiées et les Héliophiles amorcent une faible croissance alors que les Hygrophiles disparaîssent et que les Cypéracées régressent peu à peu.

A quelques nuances près, la faune présente la même association que dans la phase 2 : Cerf, Cheval, Bovidés, Chevreuil, Sanglier, Mégaceros.

Nous avions, primitivement, attribué l'ensemble des couches 43 à 41 à une seule phase climatique à caractère tempéré et humide. La présence d'un dépôt d'éboulis anguleux entre les couches 42 et 41 qui nous a été révélée depuis, justifie l'introduction d'une subdivision supplémentaire.

Phase 4 -

Plusieurs arguments concordants permettent d'isoler une nouvelle phase climatique à caractère tempéré et humide dans les couches 43 et 42. Nous rappellerons en effet que, si les éboulis calcaires sont encore présents, la réduction importante et progressive de leur diamètre marque une très nette diminution des phénomènes de gélivation. Il semble enfin que l'élévation de la température ait été suffisante pour entraîner un faible arrêt de sédimentation immédiatement après la mise en place de la couche 42. A l'appui de cette interprétation, il faut insister sur la très forte altération dont témoignent les éboulis, la diminution considérable de la teneur du sédiment fin en carbonates, l'enrichissement des mêmes dépôts en fractions colloïdales ainsi que la très forte augmentation des valeurs du ΔpH. Les concrétions que renferme le sédiment des couches 44 à 50 représentent le produit d'illuviation des carbonates par lessivage.

Dans les mêmes niveaux, le taux de boisement remonte et atteint 60%. Les feuillus réapparaîssent très nombreux. Le Noisetier, l'Aulne et le Saule sont abondants et le Pin sylvestre en progression. On rencontre le Tilleul, l'Orme, le Chêne, le Frêne et l'Erable. Les essences herbacées sont surtout représentées par les Hygrophiles, les Cypéracées, les Polypodiacées et quelques Ericales et Rosacées.

La faune comprend le Cerf, toujours abondant, le Chevreuil et le Cheval.

Phase 5 :

Elle coïncide avec le lit d'éboulis séparant localement les couches 42 et 41. Celui-ci représente probablement le produit d'un climat plus rigoureux.

Phase 6 :

Elle est contemporaine de la formation de la couche 41. Les éboulis de roche calcaire y sont encore peu nombreux et de faible diamètre. Ils sont, par ailleurs, très émoussés et altérés, et sont associés à un contexte enrichi en particules colloïdales dont les valeurs de ΔpH conservent des taux élevés. Les carbonates y accusent une très forte diminution. Il est enfin vraisemblable que les débris de stalactites présents dans les couches 40 et 39 se sont formés au toit de l'abri pendant la même période.

La flore ne montre pas de changement significatif par rapport à celle de la phase 4.

Le Cerf domine la faune avec des Bovidés, du Chevreuil et du Cheval.

Phase 7 :

Ici, prend place une variation climatique froide et sèche. A l'appui de cette interprétation, il convient de rappeler la prédominance des éboulis de fort diamètre dans la couche 40 et, au même niveau, l'abondance des plaquettes de gel véritables. Le caractère anguleux de ces éléments, et la forte teneur du sédiment fin en carbonates, indiquent que ce dépôt n'a été le siège d'aucun lessivage contemporain.

La plus grande proportion des petits éboulis dans la couche 39 est caractéristique d'un nouveau renversement climatique dans le sens d'un léger réchauffement et d'une plus forte humidité saisonnière. La cryoturbation qui a affecté ce dépôt a pu se manifester au déclin de cette phase ou au début de l'épisode climatique suivant.

Le taux de boisement n'est plus que de 13%, avec le Pin sylvestre comme seul élément forestier. Le Genévrier, le Noisetier et

l'Aulne tendent à disparaître. Les herbacées sont brusquement dominées par les Graminées et les Artémisiées. Les éléments steppiques amorcent une forte croissance.

La faune associe le Cerf toujours abondant, le Cheval, les Bovidés et le Chevreuil. Le Renne fait une timide apparition, accompagné du Chamois.

Phase 8 :

Par rapport aux épisodes très nettement tempérés que constituent les phases 2, 4 et 6, il ne s'agit là que d'une faible variation à caractère seulement adouci et plus humide. Les éboulis de roche calcaire de la couche 38 sont en nette régression par rapport aux dépôts sous-jacents, mais sont accompagnés d'une quantité presque équivalente de granules et de graviers. Le sédiment y apparaît cependant suffisamment altéré pour que l'on puisse y voir le résultat de phénomènes de dissolution. Les concrétions calcaires qui sont visibles dans les couches 40 et 39 peuvent leur être rapportées. La présence de débris de stalactites dans les dépôts sus-jacents suppose le développement de concrétions sur le toit de l'abri pendant le même épisode.

La cryoturbation dont témoigne le concassage des silex dans la couche 37, se place ici aussi à l'articulation de deux phases climatiques différentes.

Le taux de boisement se relève à 33% avec augmentation du Pin sylvestre, du Genévrier et du Noisetier. On rencontre à nouveau, mais en faibles pourcentages, l'Aulne, le Saule, le Frêne et, sporadiquement, le Tilleul et l'Orme. Les Graminées, les Cypéracées et les Hygrophiles sont abondantes. Les éléments steppiques disparaîssent.

Une faible diminution des vestiges de Cerf est compensée ici par le développement des Bovidés, du Cheval et du Chevreuil. Le Bouquetin apparaît.

Phase 9 :

Il s'agit là de la dernière phase climatique que nous avons mise en évidence dans les dépôts d'âge Würm I de Combe-Grenal.

Bien que profondément modifiés par altération postérieure, les dépôts qui lui sont contemporains caractérisent un climat froid et sans doute plus sec que précédemment.

A ses premiers moments correspond le sommet de la couche 37 qui, par rapport à la base du même dépôt, se caractérise par une plus grande abondance des éboulis de roche calcaire, par une plus grande taille de ces éléments et, également, par la présence de plaquettes. Contrairement à la base du dépôt, le sédiment n'est pas cryoturbé. Les éboulis cohérents sont encore nombreux dans la couche 36 et sont de fort diamètre ; nous pouvons y reconnaître le résultat d'une gélivation active, de forte intensité et de forte amplitude.

La palynologie précise cette interprétation en mettant en évidence une flore caractéristique de conditions climatiques très rigoureuses et très sèches. Le taux de boisement n'est plus que de 10% ; les feuillus ont complètement disparu. Les herbacées présentent un nouveau maximum des Graminées et des Artémisiées, avec de nombreuses Héliophiles et des éléments steppiques beaucoup plus abondants que dans tous les dépôts sous-jacents.

La faune comprend toujours le Cerf, le Cheval et les Bovidés, mais le Bouquetin est présent dans la couche 37 et le Renne représente toujours plus de 10% des restes osseux dans la couche 36.

D - Manifestations de l'interstade Würm I - Würm II

Différents arguments d'ordre stratigraphique et sédimentologique permettent de reconnaître deux évènements climatiques majeurs entre

le dépôt des couches 36 et 35.

Du point de vue stratigraphique, nous devons rappeler ici l'observation de F. BORDES selon laquelle la couche 36 se présentait, dans le secteur Est du gisement, comme un dépôt de couleur brun-rouge, présentant à l'état humide, les propriétés texturales d'une argile plastique et collante ; selon le même auteur, les silex taillés et les ossements associés à ce dépôt portaient à leur surface un enduit argileux.

L'analyse des fractions fines du sédiment prélevé dans un secteur où la couche 36 était beaucoup moins développée, nous a par ailleurs permis de mettre en évidence une très nette augmentation du taux des colloïdes de la couche 37 vers le sommet de la couche 36 ; il lui correspond une moindre teneur du sédiment inférieur à 2 mm en carbonates ainsi qu'une augmentation des valeurs du ΔpH. Nous avons néanmoins remarqué que, à l'inverse de ce qui se réalise dans les différentes zones d'altération qui interrompent l'ensemble des couches 55 à 36, le taux maximal des colloïdes se place ici au sommet du dépôt. Le gradient amorcé dans la couche 37 apparaît donc incomplet ; il correspond à la base d'une zone d'illuviation puisque le pourcentage maximal des colloïdes coïncide avec une zone de plus forte concentration en concrétions calcaires.

Une érosion particulièrement intense est donc intervenue, localement au moins, après un arrêt de sédimentation.

Ces différentes remarques introduisent donc la réalité d'un cycle sédimentaire complet entre la mise en place de la couche 55 et le dépôt de la couche 35, comportant une période de sédimentation, une phase d'altération et une phase d'érosion, et confirment la validité d'une coupure interstadiaire à ce niveau.

E - Les dépôts d'âge Würm II.

Nos propres observations ainsi que le résultat des analyses palynologiques permettent d'attribuer les couches 35 à 1 à huit phases climatiques.

Phase 1 :

Elle correspond à l'édification des couches 35 à 26, dans lesquelle nous avons démontré la présence de blocs effondrés (couche 35), la prédominance des éboulis calcaires de fort diamètre et, parmi ces éléments, celle de plaquettes et de cailloux gélivés à tous les niveaux. Ces caractéristiques sont significatives d'un climat rigoureux. Les valeurs élevées de l'indice d'émoussé et la relative altération qui affecte le sédiment, témoignent cependant d'une certaine humidité contemporaine. Le plus fort degré d'émoussé, la plus grande altération des éboulis qui sont perceptibles à certains niveaux (base de la couche 35, couche 33) ainsi que la présence de stalactites dans les couches 29 et 25, pourraient correspondre à des épisodes de plus forte humidité au cours de cette phase climatique.

Le taux de boisement est très bas (7-5%) pendant toute la phase. Quelques pollens de Genévrier et de Noisetier sont encore présents au début, puis très vite, seul subsiste le Pin sylvestre. La flore herbacée est très pauvre en types ou familles représentées, mais elle est très largement dominée par les Graminées et les Cypéracées.

Dans la faune, le Cerf est encore l'animal le mieux représenté dans la couche 35 mais il y est accompagné du Renne, de Bovidés, du Cheval, du Bouquetin et du Chevreuil. Sa proportion diminue ensuite considérablement au profit des Bovidés d'abord (couches 33 et 32) puis du Renne.

Phase 2 :

Les dépôts qui lui sont rapportés correspondent aux couches 25 à 23. Les éboulis de roche calcaire y sont plus abondants et plus grossiers encore que dans les dépôts sous-jacents, et sont associés, dans la couche 24, à des blocs effondrés. On y remarque une proportion accrue de plaquettes à angles vifs et de cailloux gélivés. L'indice

d'émoussé et la porosité y sont extrêmement bas. Il s'agit là du résultat d'un climat très froid et très sec.

Le recul forestier s'accentue encore, la flore arbustive étant seulement représentée par de rares pollens de Pin sylvestre. Les Graminées, les Carduacées et les Centaurées deviennent très largement dominantes. Des éléments steppiques sont présents à tous les niveaux.

Le Renne représente ici près de 70% de la faune (couche 23), associé à quelques Chevaux, Cerfs et Bovidés, ainsi qu'à de rares Chevreuils (couche 25), Bouquetins (couches 24 et 23) et Chamois (couche 23).

Phase 3 :

C'est une phase de faible amélioration thermique et de plus grande humidité, à laquelle nous avons attribué la diminution de la teneur du sédiment en éboulis grossiers dans les couches 22 à 20, celle des plaquettes et des cailloux gélivés, leur plus fort degré d'émoussé et leur plus grande porosité. La diminution du pourcentage des carbonates dans le sédiment fin, et leur recristallisation sous forme de concrétions dans les dépôts sous-jacents, peuvent être rapportées aux phénomènes de lessivages contemporains. Les stalactites dont nous avons rencontré les débris dans les couches 19 à 14, se sont développées au toit de l'abri pendant la même phase climatique.

A ce stade, le taux de boisement remonte à 16%. A côté du Pin sylvestre, apparaissent quelques pollens de Genévrier, de Noisetier et d'Aulne. Les Graminées sont en augmentation ; des Cypéracées et quelques Hygrophiles sont présentes. Les essences steppiques ont disparu.

La faune n'évolue pas de façon significative. Notons toutefois la présence du Lynx et du Sanglier dans la couche 21.

Phase 4 :

Elle a donné naissance à des dépôts de texture différente, mais dans lesquels on peut voir le résultat d'un climat à nouveau beaucoup plus rigoureux et plus sec. Nous avons, en effet, attribué la présence d'une fraction limoneuse plus importante dans les couches 19 à 17 à des apports éoliens ; ils n'ont pu se manifester que sous climat froid. Au-dessus, (couches 16 à 14) les éboulis calcaires anguleux et peu altérés deviennent à nouveau prédominants et associent de très nombreuses plaquettes et des cailloux gélivés.

Les caractéristiques de la flore sont comparables à celles des couches 25 à 23 et confirment donc notre interprétation.

La faune est dominée par le Renne dans les couches 19 à 17, accompagné par le Cheval, le Cerf, le Bouquetin, le Mégacéros (couche 19) et de rares Bovidés (couche 17). Dans les couches 15 et 14, par contre, le Renne diminue au profit des Bovidés.

Phase 5 :

Il s'agit d'une nouvelle variation climatique à tendance légèrement adoucie et surtout très humide. On peut rapporter à ses premières manifestations l'édification de la couche 13 par le jeu de processus de gélivation encore actifs mais de faible amplitude dans un régime déjà humide : les éboulis y sont encore nombreux mais peu volumineux, et englobent des plaquettes encore abondantes. L'érosion cryoclastique s'est ensuite progressivement atténuée en même temps qu'une plus forte humidité entraînait le développement de stalactites au toit de l'abri, l'altération des éboulis et la dissolution des carbonates. Les concrétions illuviales que contiennent les couches 13 à 16 se sont formées lors de cette phase climatique.

A ce stade, le taux de boisement passe progressivement de 15

à 17% (couche 12). Quelques pollens de Genévrier, de Noisetier, d'Aulne et de Saule apparaîssent en faibles pourcentages. Les Graminées et les Cypéracées constituent la presque totalité de la strate herbacée.

Le Cheval est dominant dans la couche 13 mais diminue ensuite au profit des Bovidés (couches 12 et 11), le reste de la faune comprenant le Renne, le Cerf et le Bouquetin.

Phase 6 :

Elle correspond à la formation des couches 10 et 9 que caractérisent une forte proportion des éboulis de fort calibre et un pourcentage élevé de plaquettes à angles vifs et de cailloux gélivés. L'indice d'émoussé et la porosité y prennent des valeurs faibles. Ce sont là les caractéristiques d'un dépôt mis en place sous climat froid et sec.

Le Pin sylvestre est le seul élément forestier (10%). Les Graminées et les Artémisiées sont très abondantes ; on rencontre à nouveau de rares éléments steppiques alors que les Cypéracées et les Hygrophiles disparaîssent à peu près complètement.

La faune comprend des Bovidés nombreux, le Cerf, le Cheval et le Renne.

Phase 7 :

Les dépôts qui lui sont contemporains possèdent des caractéristiques texturales et morphologiques suffisamment proches de ceux que nous avons rapportés à la phase 5 pour y reconnaître le produit d'un climat identique.

On soulignera plus particulièrement la présence d'éboulis encore nombreux mais de faible diamètre, celle d'une quantité importante de graviers calcaires, l'augmentation concomitante des valeurs de

l'indice d'émoussé et de porosité, le moindre pourcentage des carbonates, l'accroîssement du taux des colloïdes dans les couches 8 et 7. Ces caractéristiques sont significatives d'un climat légèrement adouci et très humide. La présence de concrétions illuviales calcaires dans les couches 9 et 10, et celle de fragments de stalactites dans les couches 6 à 4, peuvent être attribuées à cette dernière caractéristique.

Le taux de boisement remonte à 15 puis à 18%. A côté du Pin sylvestre, on note quelques pollens de Genévrier, de Noisetier, de Saule et d'Aulne. Les Cypéracées se développent et les Hygrophiles réapparaîssent. Les Composées et les Graminées sont encore nombreuses.

Le Cerf et le Renne sont également représentés dans la faune et sont accompagnés de Bovidés, du Cheval et du Bouquetin.

Phase 8 :

Il s'agit là de la dernière phase climatique que nous avons mise en évidence dans le remplissage d'âge Würm II de Combe-Grenal. Les dépôts qui la caractérisent associent des éboulis de fort diamètre, à angles vifs, largement gélivés et de forme plate, à des blocs effondrés. Aucune manifestation de dissolution contemporaine du dépôt n'y est perceptible. Il s'agit là du résultat d'un climat particulièrement rigoureux et sec.

Le concrétionnement d'origine illuviale qui affecte le sommet du remplissage est le résultat de processus de dissolution postérieurs, pour lesquels on ne peut toutefois proposer de datation précise.

Le taux de boisement redevient inférieur à 10% avec le Pin sylvestre seul. Les éléments dominants sont les Cypéracées, les Graminées, les Héliophiles ainsi que de nombreux éléments steppiques.

Les vestiges de faune sont trop peu nombreux dans ces dépôts pour être significatifs. Le Renne, le Cerf, le Bouquetin et les Bovidés y sont présents.

Ainsi, les données de la sédimentologie, de la palynologie et, à une plus grande échelle, celles de la paléontologie, s'accordent pour mettre en évidence, dans les couches 55 à 36 et 35 à 1 de Combe-Grenal, la même succession des évènements climatiques que dans les dépôts d'âge Würm I du Pech-de-l'Azé II et Würm II du Pech-de-l'Azé I.

Nous en établirons plus en détail la comparaison dans la troisième partie de notre mémoire.

C H A P I T R E V

LES GISEMENTS DU MOUSTIER

Les gisements du Moustier se situent dans le village du même nom, à 10 kilomètres en amont des Eyzies, dans l'éperon rocheux formé par la jonction de la vallée de Plazac et de la vallée de la Vézère.

En dehors du Trou du Bréchou, situé dans la partie supérieure de la pente, et d'un petit abri où ont été recueillies quelques pièces moustériennes, il y a deux gisements principaux, à peu près superposés, sur deux terrasses, avec un dénivellement de 13,50 m entre le sol rocheux des deux sites.

C'est en 1863 que LARTET et CHRISTY entreprirent les premières recherches dans l'abri supérieur, mettant au jour cette industrie à laquelle G. de MORTILLET donna le nom de Moustérien. De nombreux fouilleurs s'y succédèrent ensuite, dont BOURLON, PEYRONY et, en dernier, HAUSER. Aujourd'hui, l'abri ne contient plus que les déblais des fouilles anciennes. Nous reviendrons plus loin sur les observations stratigraphiques qu'y firent M. BOURLON et D. PEYRONY.

O. HAUSER pratiqua les premiers travaux dans l'abri inférieur en 1907. Il y découvrit un squelette de Néanderthalien en 1908.
D. PEYRONY fit acquérir le gisement par l'Etat en 1910 et y pratiqua des fouilles dont il publia les résultats en 1930.

ETUDE DE L'ABRI INFERIEUR

Il s'ouvre approximativement au niveau du village du Moustier. Son toit, faiblement incliné, se prolonge vers le haut par un escarpement rocheux qui correspond en fait au plancher de l'abri classique.

I - STRATIGRAPHIE ET CHRONOLOGIE : état de la question.

Les différentes datations qui ont été proposées pour le gisement de l'abri inférieur reposent toutes sur les observations stratigraphiques de D. PEYRONY.

Selon cet auteur, les dépôts s'organisent de la façon suivante (Pl. 78) :

Couche L : 0,20 m

Sable calcaire de couleur jaunâtre. Aurignacien moyen. Faune dominée par le Renne.

Couche K : 0,20 m

Sédiment un peu sableux, d'un jaune terreux. Aurignacien inférieur. Faune à Renne dominant, associé au Cheval.

Couche J : 0,40 m

Assise brune. Moustérien typique. Bovidés, Cerf, Equidés, Renne.

Couche I : 0,20 m

Sable fluviatile mélangé à des matériaux de la couche H. "Objets en silex légèrement roulés provenant de la reprise de la couche sous-jacente". Pas d'indication sur la faune.

Couche H : 1,20 m

Très brune à la base, plus claire à la partie supérieure.

Nombreux foyers composés d'os calcinés et de cendres. Moustérien de tradition acheuléenne. Bovidés nombreux, Cerf, Cheval, Renne, Bouquetin, Rhinocéros. Les Bovidés dominent, le Renne est rare.

Couche G : 0,60 m

Assise très argileuse à la base, mais contenant cependant de nombreux éléments calcaires qui dominent au sommet de la couche. Moustérien de tradition acheuléenne. Bovidés, Cerf, Cheval, Renne, Bouquetin, Rhinocéros.

Couche F : 0,10 à 0,20 m

Partie supérieure de la couche E. Moustérien de tradition acheuléenne. Bovidés, Renne, Bouquetin, Rhinocéros, Ours.

Couche E : 0,75 m

Argile des plateaux, à laquelle sont associées des parcelles de micas.

Couche D : 0,45 m

Graviers à petits éléments.

Couche C :

Sables et graviers à éléments moyens.

Couche B : 0,10 m

Argile à peu près pure, rouge-jaunâtre. Moustérien typique. Bovidés, Equidés, Cerf, Bouquetin.

Couche A : 0,40 m

Sables très purs ne contenant que des parcelles de micas et de quartz.

Si l'on en croit D. PEYRONY, le remplissage se serait mis en place de la façon suivante :

. Creusement de la vallée au début de l'interglaciaire Riss - Würm. Les "énormes glaçons" transportés par la Vézère continuent le travail d'érosion des interglaciaires précédents, mettant à nu le sol rocheux de l'abri.

. La fonte des glaciers corréziens alimente ensuite la rivière et la maintient à un niveau élevé. C'est à ce moment là que la couche A se met en place.

. A mesure que les glaciers reculent, la quantité d'eau diminue. La rivière se retire lentement. C'est lors de cette phase d'assèchement que s'installent les premiers moustériens.

. Une période humide intervient ensuite ; les argiles des plateaux, entraînées dans la rivière par les pluies, sont transportées plus loin et abandonnées dans les endroits calmes : dépôt de la couche B.

. Par la suite, de grandes crues déposent les couches C et D.

. Le niveau E se met en place au cours d'une période assez tempérée et humide.

. Le climat se refroidissant, ainsi que l'indique la faune des niveaux archéologiques F à H, la Vézère se retire dans son lit.

. Après un très long laps de temps, succède un nouvel adoucissement de la température qui provoque une nouvelle fonte des glaces, et, par suite, une nouvelle grande crue de la Vézère, entraînant le dépôt de la couche I.

Ces différentes considérations conduisent D. PEYRONY à dater les couches A, B, C, D et E de l'interglaciaire Riss - Würm, les couches F à H du Würm, la couche I de l'"interstade würmien".

Dans une interprétation émise en 1934 et développée en 1937, M. BOURGON nuance l'hypothèse de PEYRONY en datant la couche B de l'interglaciaire Riss - Würm, mais l'ensemble des couches G à J du Würm I.

Revenant sur sa première théorie, le même auteur (1947) propose une nouvelle datation. Considérant que "la base du gisement est formée de graviers de bas niveaux, recouvrant un lit d'argile fluviatile à industrie moustérienne typique et faune indifférente (...)", M. BOURGON rapporte "l'argile et l'industrie qu'il enrobe (...) à l'avant dernière période froide", c'est-à-dire au Riss.

Reprenant l'étude du matériel lithique provenant des fouilles de D. PEYRONY, F. BORDES attribue l'industrie de la couche F à du Moustérien à denticulés, celle de la couche G à du Moustérien de tradition acheuléenne de type A, et celle de la couche H à du Moustérien de tradition acheuléenne de type B. L'industrie de la couche I ne proviendrait pas du remaniement du sommet de la couche H, mais appartiendrait au Moustérien à denticulés ; la couche K contiendrait du Moustérien à denticulés et, à sa surface, du Périgordien I ; l'industrie de la couche L enfin serait de l'Aurignacien I.

Au vu de l'aspect général des dépôts et des industries qu'ils contiennent, le même auteur est conduit à attribuer les couches A, B, C et D au Würm I, la couche E à l'interstade Würm I - Würm II, les couches G à J au Würm II, la couche K à l'interstade Würm II - Würm III et la couche L au début du Würm III (in BORDES F. et coll., 1969).

II - NOS PROPRES OBSERVATIONS

Exception faite d'une fouille limitée effectuée par F. BORDES et E. BONIFAY en 1956, dans le but d'assainir le témoin stratigraphique endommagé par une crue de la Vézère, le gisement de l'abri inférieur du Moustier n'avait fait l'objet d'aucune nouvelle prospection depuis les derniers travaux de D. PEYRONY.

Dans le cadre de l'aménagement des gisements du Périgord pour l'excursion A5 du VIIIème Congrès de l'INQUA, nous avons été conduit à régulariser les coupes laissées par D. PEYRONY. Ces travaux, réalisés en collaboration avec J.Ph. RIGAUD en 1969, portèrent principalement sur le prolongement ouest de la coupe frontale (Pl. 79) ; une nouvelle

coupe sagittale fut également aménagée dans la partie ouest de la tranchée de fouilles ; le sondage pratiqué dans les dépôts profonds fut enfin vidé des déblais qui l'encombraient, et les coupes remises au jour, régularisées. Ces différents travaux donnèrent lieu à de nouvelles observations stratigraphiques, dont nous donnerons le détail ci-après ; des échantillons, pour analyses sédimentologiques et palynologiques, furent prélevés dans les différents niveaux du remplissage. L'industrie récoltée au cours de ces travaux n'a pas encore été étudiée.

A - Observations stratigraphiques

Le remplissage de l'abri inférieur du Moustier s'étage sur une épaisseur de 7 mètres environ.

Il s'organise en deux ensembles de dépôts :

- Des dépôts de nature essentiellement cryoclastique, dans lesquels s'interstratifient de nombreux niveaux archéologiques (couches K à G) ; ils sont visibles maintenant sur un front de plus de 6 mètres.

- Des dépôts d'origine fluviatile (couches F à A), qui apparaîssent seulement dans le sondage profond, à l'avant du gisement (Pl. 80 et 81).

Couche L : Epaisseur maximale : 0,25 m

Eboulis calcaires dispersés, légèrement émoussés, et graviers de même nature, dans contexte sablo-limoneux, faiblement argileux, de couleur brun-foncé (H.63). La base de cette couche est soulignée par un lit d'éboulis plus anguleux, dépourvus de sédiment interstitiel.

Couche K : Epaisseur maximale : 0,25 m

Formation homogène associant des éboulis très émoussés et altérés et des graviers de roche calcaire arrondis à un sable argileux peu limoneux, de couleur brune à brun-rouge (E.54 à E.52). On y remarque de nombreuses particules de muscovite.

Couche J : Epaisseur maximale : 0,45 m

Nous y avons reconnu cinq niveaux :

Niveau J5 : Epaisseur : 0,10 m

Eboulis un peu plus nombreux que dans le dépôt sus-jacent, plus émoussés, et graviers de roche calcaire, dans sable argilo-limoneux brun vif (E.56). Ce dépôt correspond vraisemblablement à la base de la couche K telle qu'elle a été définie par D. PEYRONY. Le Moustérien à denticulés que F. BORDES a attribué à la base de la couche K pourrait, en réalité, appartenir à ce dépôt.

Niveau J4 : Epaisseur : 0,06 m

Sédiment de texture globale identique à celle de J5, mais contenant moins de graviers. Les silex taillés et les esquilles osseuses y sont dispersés.

Niveau J3 : Epaisseur : 0,10 m

Les éboulis et les graviers y sont moins abondants que dans le niveau sus-jacent, mais le contexte demeure identique. Contient un niveau d'habitat très riche, souligné sur la coupe par un lit de silex et d'os calcinés.

Niveau J2 : Epaisseur : 0,07 m

Débris de roche calcaire à nouveau plus abondants, dans matrice sablo-argilo-limoneuse brun vif (E.56). Les vestiges lithiques y sont rares.

Niveau J1 : Epaisseur : 0,10 m

Dépôt de même texture que le niveau J3 et comportant, comme lui, un niveau archéologique très nettement individualisé.

Couche I :

Sur la coupe frontale, elle s'organise en trois niveaux :

Niveau I3 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis de taille moyenne, très émoussés, dispersés, et

graviers de roche calcaire arrondis dans sable argileux et limoneux brun à brun foncé (E à F.54).

Niveau I2 : Epaisseur : 0,10 m

Sable argileux et limoneux de même couleur, ne contenant que de rares éboulis et graviers calcaires.

Niveau I1 : Epaisseur : 0,05 m

Eboulis et graviers à nouveau plus nombreux, dans même contexte.

Sur la coupe sagittale, la couche I forme un ensemble plus homogène, contenant de rares fragments de roche calcaire émoussés.

Entre la paroi de l'abri et le témoin stratigraphique, où un "four" a été creusé par les anciens fouilleurs, le même dépôt est exclusivement composé de sable argileux et limoneux brun, finement stratifié et comportant, en grande abondance, des paillettes de muscovite. Les débris de roche calcaire y sont absents.

La base de cette couche est distincte et ondulée ; elle ravine localement le sommet de la couche H.

Couche H :

Il s'agit d'une formation hétérogène, où se trouvent superposés des lits d'éboulis très émoussés, des dépôts essentiellement sableux et des nombreux niveaux archéologiques.

Nous y avons distingué neuf niveaux différents dont certains peuvent être subdivisés.

Niveau H9 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis de faible diamètre et rares graviers calcaires émoussés, dans sable argilo-limoneux de couleur brun foncé (H63). Les silex taillés et les esquilles osseuses y sont le plus souvent dispersés, mais se répartissent localement en de minces lentilles.

Niveau H8 : Epaisseur : 0,07 m

Eboulis de même dimension et de même forme, mais plus rares

que dans le niveau H9, dans sable argilo-limoneux de couleur générale brun-gris foncé (H.62) ; contient, à mi-hauteur, un riche dépôt archéologique qui confère au sédiment une couleur plus sombre (H.41).

Niveau H7 : Epaisseur : 0,25 m

Ce dépôt s'individualise principalement par sa couleur plus foncée (H.63). Il se compose de 4 unités :

H7d : Eboulis plus nombreux qu'en H8, de forme globuleuse, dans sable argileux et limoneux faiblement plastique. Ne contient que de rares vestiges archéologiques.

H7c : 0,03 m : Lit discontinu de petits éboulis et de graviers arrondis.

H7b : 0,10 m : Eboulis à nouveau dispersés, de taille moyenne, également émoussés,dans sable limono-argileux faiblement plastique. Silex et os rares.

H7a : 0,03 m : Lit continu de petits éboulis émoussés.

Niveau H6 : Epaisseur : 0,10 m

Dépôt homogène de sable limoneux faiblement argileux, brun foncé (H.52 à H.64), et très rares éboulis très émoussés. Contient une forte densité de silex et d'os calcinés, à la base.

Niveau H5 : Epaisseur : 0,04 m

Lit continu de petits éboulis émoussés.

Niveau H4 : Epaisseur : 0,05 m

Débris de roche calcaire émoussés à nouveau dispersés, dans sable limono-argileux de couleur brun foncé (J.62)

Niveau H3 : Epaisseur 0,05 m

Alignement continu de petits éboulis et de graviers calcaires émoussés.

Niveau H2 :

Nous y avons reconnu cinq unités :

H2e : 0,10 m : Eboulis calcaires relativement nombreux, mais de faible diamètre, très émoussés, et graviers arrondis localement stratifiés. Les vestiges archéologiques sont dispersés dans un sable plus argileux et limoneux que précédemment, faiblement plastique, de couleur brun foncé (J.62).

H2d : Epaisseur : 0,12 m : Débris de roche calcaire plus rares, dans contexte argilo-limoneux brun-gris foncé. Se caractérise aussi par une extrême abondance de vestiges archéologiques.

H2c : Epaisseur : 0,05 m : Lit d'éboulis plus grossiers et très émoussés, dans contexte de même texture mais un peu plus clair.

H2b : Epaisseur : 0,15 m : Dépôt globalement identique à H2c, mais comportant une phase argileuse plus importante.

H2a : Epaisseur : 0,03 m : Lit d'éboulis sporadique. Il est particulièrement visible sur la coupe sagittale, mais n'apparaît pas en coupe frontale.

Niveau H1 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis calcaires peu nombreux, mais de fort diamètre, dans sable argilo-limoneux plastique, de couleur brun foncé (H.52 à H.64).

Couche G :

Il s'agit d'un dépôt à première vue homogène, de sable argilo-limoneux, de couleur brun-rouge, contenant des éboulis de roche calcaire nombreux et volumineux, de forme émoussée. Le sédiment, très dur à l'état sec, franchement plastique à l'état humide, présente une structure anguleuse à polyédrique moyennement développée ; les éléments structuraux, lorsqu'ils sont bien individualisés, peuvent porter sur leurs faces un revêtement pelliculaire argileux ; les silex taillés associés à ce dépôt sont également recouverts d'un enduit argileux brillant.

Nous y avons reconnu quatre niveaux :

Niveau G4 : Epaisseur : 0,10 m

Petits éboulis et graviers calcaires très nombreux, émoussés.

Niveau G3 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis volumineux, de forme globuleuse. A la base, lit de graviers calcaires pisiformes.

Niveau G2 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis de même morphologie, mais plus petits et plus rares.

Niveau G1 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis de taille moyenne.

Couche F : Epaisseur maximale : 0,10 m

Se différencie de la couche G par une moindre abondance des éléments calcaires et par une forme plus anguleuse de ceux-ci. Le sédiment interstitiel est un limon argilo-sableux brun-rouge (F.52), avec particules de muscovites nombreuses. Contient un niveau archéologique net.

Couche E : Epaisseur : 0,75 m

Formation homogène de limon argileux faiblement sableux, de couleur brun-rouge (F.52) à brun foncé (H.52), très riche en particules de muscovite. Ce dépôt n'est pas stratifié.

Sa limite avec la couche sous-jacente est marquée par de minces lentilles de sables grossiers.

Couche D : Epaisseur maximale : 0,75 m

Elle se compose de deux niveaux :

Niveau D2 : Epaisseur : 0,35 m

Petits éléments calcaires de forme aplatie, très émoussés, et de consistance friable, associés à un sable grossier de couleur brun-jaune (D.63). Ces éléments sont disposés en stratifications obliques ou entrecroisées.

Niveau D1 : Epaisseur : 0,40 m

Galets de roche calcaire plus volumineux, de forme également aplatie et très émoussée, de consistance friable. Ces éléments sont associés à quelques fragments de silex roulés et à de rares pisolites gréso-ferrugineuses. Un lit d'éboulis plus grossiers interrompt le dépôt dans son tiers inférieur. Le contexte est un sable grossier très peu argileux et limoneux, de couleur brune (D.62). On remarque, par endroits, de minces lentilles de texture plus argileuse, de couleur burn-rouge (E.44).

Couches C et B : Epaisseur totale : 0,40 m

Formation hétérogène, composée essentiellement de galets de quartz et de rognons de silex roulés, enrobés par un sable grossier très peu argileux et limoneux, de couleur brun foncé (H.64). Des lentilles de sable interrompent localement ce dépôt, principalement au sommet et à la base. Cet ensemble correspond à la couche C de D. PEYRONY.

Vers le tiers inférieur, ce dépôt renferme des lentilles de plus grande dimension, composées de limon argileux peu sableux, très plastique et de couleur brun-rouge (F.52). La présence de quelques silex taillés permet d'y reconnaître la couche B décrite par D. PEYRONY.

Couche A : Epaisseur maximale : 0,40 m

Elle comprend deux niveaux :

Niveau A2 :

Sable fin, localement stratifié, de couleur brun-jaune (E.63). Ce dépôt disparaît vers le Nord de la coupe, où il semble raviné par la base de la couche C. La base est soulignée par un ou plusieurs lits de grosses paillettes de micas.

Niveau A1 :

Sables très grossiers, emballés dans une matrice argileuse plastique de couleur brun-rouge (F.42). Ce dépôt est stratifié ; on y remarque de minces lentilles de sables fins et de graviers de quartz. Vers

le Nord, le contexte argileux tend à disparaître ; le sédiment est alors de couleur brune (D.62).

Ce dépôt repose sur le sol rocheux de l'abri. Celui-ci est légèrement incliné vers la Vézère. Sa surface apparaît très corrodée et altérée.

B - Analyses sédimentologiques.

L'opportunité qui nous a été donnée de reculer le témoin stratigraphique correspondant aux couches A à H2, de plusieurs décimètres, nous a permis de prélever des échantillons de plusieurs kilogrammes dans chacun de ces dépôts. Pour les niveaux sus-jacents, par contre, nous avons dû nous contenter d'un échantillonnage plus limité et plus localisé, après avoir ravivé la coupe sur quelques centimètres de profondeur seulement.

Afin de faciliter l'exposé de nos résultats d'analyses, nous envisagerons successivement les grands ensembles stratigraphiques reconnus par D. PEYRONY, et qui ont servi de bases à nos observations.

Couche A :

L'analyse granulométrique des échantillons prélevés dans les niveaux A1 et A2 caractérise un sédiment essentiellement sableux, dans lequel le taux des limons et des argiles ne dépasse pas 10%.

Dans le niveau A1, les sables grossiers (Md = 1,10 mm), donnent une courbe très redressée entre 2 mm et 0,05 mm (Hé = 0,50). Dans le niveau A2, par contre, la médiane n'est plus que de 0,240 mm, et ce sont les particules comprises entre 0,300 et 0,200 qui apparaîssent les mieux triées (Hé = 0,35) (Pl.86).

Il s'agit donc, dans les deux cas, de sédiments d'origine fluviatile ; les différences dont nous venons de faire état ne correspondent qu'à de faibles variations dans la compétence du cours d'eau au moment du dépôt.

Les sables grossiers comportent une très large majorité de grains de quartz du type émoussé-luisant ou irrégulier-luisant ; quelques éléments gréso-ferrugineux les accompagnent dans le niveau A1, ainsi que, dans les deux dépôts, de grosses paillettes de muscovite.

Les carbonates n'y sont que très faiblement représentés et sont étroitement localisés dans les limons fins et les colloïdes (2%) (Pl. 85, n° 1). La valeur élevée du pH (8,30) est certainement liée à la présence de cette composante carbonatée. Celle du ΔpH (1,15) est significative d'une forte altération des minéraux argileux (Pl. 85, n° 2).

Couches C et B :

A la base, le matériel analysé comporte 40% environ d'éléments de diamètre supérieur à 10 mm et 30% de granules et de graviers (Pl. 82, n° 1). Il s'agit exclusivement de galets de quartz, de fragments de roches métamorphiques et de quelques débris de silex roulés. Ces éléments dépassent rarement 40 mm de diamètre.

Au sommet, le matériel supérieur à 10 mm est encore plus abondant (55%) alors que les granules et les graviers sont moins bien représentés que précédemment (20%). Les galets sont, pour la plupart, de même nature pétrographique ; il s'y ajoute néanmoins quelques fragments de roche calcaire très émoussés et extrêmement friables (20% dans la catégorie des cailloux et 10% dans la catégorie des granules et des graviers à l'extrême sommet du dépôt) (Pl. 82, n° 1 et 2).

Le matériel de diamètre inférieur à 2 mm est un sable moyennement grossier, un peu plus argileux et limoneux que dans la couche A. Sa représentation graphique caractérise un sédiment assez hétérométrique (Hé voisin de 1), mais ne peut être ici valablement interprétée, le fractionnement que nous avons opéré à 2 mm étant forcément artificiel, pour un matériel dont toutesles fractions ont, pour seule origine, l'alluvionnement fluviatile (Pl. 86).

Les grains de quartz du type émoussé-luisant sont, là encore, prédominants ; quelques éléments ferrugineux roulés et des paillettes de micas sont également présents dans les sables grossiers.

Le pH est voisin de 8,30 et le ΔpH égal à 1 dans les trois échantillons analysés.

Les carbonates qui, à la base du dépôt, sont encore surtout localisés dans les fractions limoneuses et argileuses, forment une partie des sables au sommet ; ils représentent alors 15% du sédiment inférieur à 2 mm pris globalement (Pl. 85, n° 1).

Le dépôt que nous avons assimilé à la couche B de D. PEYRONY, est un sable fin, argilo-limoneux, dont la médiane est égale à 0,070 mm. La courbe cumulative qui le caractérise est significative d'une sédimentation par inondation (Pl. 86).

Couche D :

Dans le niveau D1, les éléments supérieurs à 10 mm représentent de 45 à 55% du sédiment. Ils sont de diamètre relativement élevé puisque 50% d'entre eux dépassent 40 mm (Pl. 82, n° 1 et 2). Ce sont essentiellement des débris de roche calcaire très aplatis (leur épaisseur atteint rarement 10 mm), extrêmement émoussés (indice d'émoussé inférieur à 90) et très altérés (porosité = 9 à 10%), auxquels s'ajoutent 5% environ de galets de quartz. Les granules et les graviers forment 20% du matériel. La moitié d'entre eux sont encore des grains de quartz à la base du dépôt ; ce sont tous des débris de roche calcaire au sommet ; leur morphologie est identique à celle des galets grossiers.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm présente des propriétés texturales analogues à celles de la couche C ; sa médiane est proche de 0,450 mm. L'indice d'hétérométrie, calculé sur des courbes cumulatives en tous points comparables à celles qui caractérisent le sédiment fin de la couche C, est égal à 1 (Pl. 87). Les carbonates sont ici localisés dans toutes les fractions granulométriques, et représentent 35% du sédiment inférieur à 2 mm. Les valeurs de pH et de ΔpH sont identiques à celles que nous avons mesurées dans le dépôt sous-jacent (Pl. 85,n°2).

Dans le niveau D2, une diminution de la teneur du sédiment en éléments de diamètre supérieur à 10 mm (25% seulement) est compensée par

un accroissement de la proportion des granules et des graviers (25 à 30%) (Pl. 82, n° 1 et 2). Ce sont exclusivement des galets de roche calcaire de forme aplatie, très émoussés (indice d'émoussé supérieur à 90) et très altérés (porosité variant de 9,5 à 10), dont la dimension ne dépasse pas 30 mm (Pl. 83, n° 1 et 2) ; quelques graviers de quartz subsistent dans la fraction comprise entre 5 mm et 2 mm. Les deux derniers échantillons correspondant au sommet du dépôt contiennent également, en abondance, des éléments agglomérés par un ciment carbonaté induré ; ces concrétions illuviales forment près de 40% de la catégorie des cailloux et 55% des granules et des graviers (Pl. 83, n° 3).

Le sédiment inférieur à 2 mm est plus franchement sableux que dans le niveau D1 : 90% supérieur à 0,050 mm vers le sommet. Contrairement à ce que nous avions remarqué dans la couche C et dans le niveau D1, ce matériel se répartit en une courbe très redressée dans le domaine des sables grossiers, et plus particulièrement entre 0,500 et 0,250 mm (Hé = 0,500) (Pl. 87).

Couche E :

Les débris de roche calcaire et les graviers de quartz y sont totalement absents. Le sédiment comprend néanmoins 15% environ de concrétions à ciment calcaire de diamètre supérieur à 2 mm au sommet du dépôt, concrétions qui disparaîssent ensuite progressivement à mi-hauteur (Pl. 83, n° 3). Ce sont de petits agrégats lacuneux et friables, parfois tubulaires, facilement dissociables par attaque à l'acide. Le matériel de diamètre inférieur à 2 mm, de texture limono-argileuse, ne contient que 15% environ de particules supérieures à 0,050 mm dans la plupart des échantillons que nous avons analysés ; au sommet du dépôt, cette proportion est légèrement augmentée par la présence d'agrégats à ciment calcaire entre 2 mm et 0,150 mm. La plus forte teneur du sédiment en carbonates dans les deux premiers échantillons (18% au lieu de 12%) est probablement liée à ce concrétionnement secondaire. Les courbes cumulatives obtenues avant et après décarbonatation sont représentatives d'une sédimentation par inondation (Pl. 87).

Couche F :

Les éléments de diamètre supérieur à 2 mm y forment à nouveau près de 20% du matériel. Il s'agit exclusivement de débris de roche calcaire dont la dimension n'excède pas 50 mm (Pl. 82, n° 1 et 2). Nous avons dénombré 30% de plaquettes véritables parmi des éléments beaucoup moins émoussés que dans la couche D (indice d'émoussé = 30) (Pl. 82, n°3 et Pl. 83, n° 1); les valeurs de la porosité sont, par contre, sensiblement équivalentes (6 à 7). La catégorie des granules et des graviers contient, comme dans la couche E, quelques agrégats concrétionnés.

La composition granulométrique du matériel inférieur à 2 mm est très proche de celle du matériel fin de la couche E et caractérise, là aussi, une sédimentation par inondation ; la seule différence notable consiste en un taux accru de particules entre 2 mm et 0,150 mm, particules qui associent des débris de roche calcaire et des agrégats concrétionnés (Pl. 87). La teneur du sédiment pris globalement en carbonates s'en trouve augmentée (30%). Les valeurs du pH et du ΔpH sont à peu près les mêmes que dans les dépôts sous-jacents.

Couche G :

L'analyse granulométrique globale et celle des cailloux confirment les subdivisions stratigraphiques que nous avons établies (Pl. 82, n° 1 et 2). Il convient plus particulièrement d'insister sur l'augmentation considérable de la proportion des éléments de diamètre supérieur à 10 mm qui forment 60% dans le niveau G1, 45% dans le niveau G2, 65% dans le niveau G3 et 35% dans le niveau G4. En G1 et G3, il s'agit, pour la plupart, d'éléments de fort diamètre, atteignant parfois 100 mm ; en G2, on notera une proportion accrue des éléments compris entre 40 et 50 mm ; en G1 enfin, une répartition différente apparaît, caractérisée surtout par une prédominance des éléments de 10 à 30 mm et par une augmentation très importante des granules et des graviers.

Du point de vue morphologique (Pl. 83), ce sont surtout des formes globuleuses ou polyédriques, assez fortement émoussées, dans les trois niveaux inférieurs (indice d'émoussé compris entre 55 et 65) ;

dans le niveau G4, ce sont surtout des formes arrondies dont l'indice d'émoussé est voisin de 85. La porosité des débris calcaires de 30 à 60 mm est importante : 8 à 9%.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm se définit à tous les niveaux comme un sable argilo-limoneux de composition assez homogène. La courbe qui le caractérise présente un tracé plat et irrégulier, significatif d'un mauvais classement (Pl. 87) ; l'indice d'hétérométrie varie entre les valeurs de 1,40 à 1,60, la valeur la plus forte correspondant au niveau G4. Après décarbonatation, ces valeurs tendent à diminuer par suite de la libération des sables fins contenus dans les débris de roche calcaire compris entre 2 mm et 0,150 mm, et aussi par une moindre teneur du sédiment en particules colloïdales où une partie des carbonates était concentrée. Ces carbonates représentent 40% du matériel à la base du dépôt, et seulement 25% au sommet (Pl. 85, n° 1).

Le report des pourcentages de sables, de limons et de colloïdes sur des diagrammes communs permet de suivre l'évolution de ces trois catégories dimensionnelles de bas en haut du dépôt (Pl. 84) ; on notera particulièrement l'enrichissement graduel en fractions de diamètre inférieur à 0,002 mm de la base de la couche G1 vers un maximum vers le sommet de la couche G3 ; compte tenu de l'origine essentiellement cryoclastique du dépôt, et de la texture limono-argileuse des couches F et E sous-jacentes, le gradient ainsi dessiné, bien que peu marqué, est, à notre sens, représentatif de manifestations d'altération et d'illuviation. D'autres arguments en faveur de cette interprétation peuvent être rappelés :

- Présence d'une structure anguleuse ou polyédrique au sein du dépôt,
- Présence locale de "coatings" sur les éléments structuraux.
- Augmentation des valeurs du ΔpH dans les mêmes niveaux, surtout par rapport aux dépôts sus-jacents (0,85 au lieu de 1,10).
- Moindre teneur du sédiment fin en carbonates au sommet de la couche.
- Enfin, présence de concrétions calcaires illuviales dans la couche F et au sommet de la couche E.

Si dans les couches A à G comprises, les niveaux d'occupation humaine sont seulement représentés par des silex et des débris de faune relativement isolés, dans les couches H à J, les niveaux archéologiques sont soulignés par une accumulation considérable d'éclats de taille de toutes les dimensions, et par de très nombreuses esquilles osseuses calcinées. Dans certains niveaux de la couche H, plus particulièrement, le matériel d'origine anthropique représente près de 95% des échantillons prélevés.

Il est donc vraisemblable que l'occupation ininterrompue de l'abri pendant une très longue période a influé sur le remplissage :

- par la création artificielle d'un microclimat, ce qui a certainement entraîné une atténuation des phénomènes de gélivation ; nous verrons à ce sujet que l'ensemble de ces dépôts présente une texture relativement fine par rapport à celle de dépôts contemporains.
- par la modification de ces dépôts au fur et à mesure de leur élaboration, ou postérieurement à leur mise en place ; l'entretien de foyers sur une aire relativement réduite a entraîné la fissuration des éboulis calcaires et leur émiettement, le piétinement du sol a certainement conduit à une modification de la morphologie des éléments et de leur disposition.

Couche H :

Compte-tenu des considérations que nous venons d'exposer, les renseignements que l'on peut déduire de la granulométrie globale, de la granulométrie des cailloux et du décompte des plaquettes, sont difficilement interprétables. On remarquera en effet, que si les éléments de diamètre supérieur à 10 mm sont bien représentés à tous les niveaux, leurs pourcentages varient de façon aléatoire sur toute l'épaisseur du dépôt sans qu'aucune relation puisse être établie entre eux et les autres données d'analyses. Il s'agit là, probablement, du résultat de l'occupation humaine, puisque la diminution de la proportion des éboulis coïncide le plus souvent avec des niveaux où nous avons observé une plus forte concentration en vestiges archéologiques. Il en est de même des

valeurs de la porosité, qui varient de façon aberrante d'un niveau à l'autre (Pl. 83, n° 2).

La courbe de variations de l'indice d'émoussé présente, par contre, un tracé plus harmonieux qui permet de distinguer deux grands ensembles (Pl. 83, n° 1) :

- Le premier, dans lequel les valeurs varient entre 55 et 65, correspond aux couches H1 à H2e.
- Le second présente des valeurs nettement inférieures, oscillant entre 35 et 50, et englobe les niveaux H3 à H9.

Les données d'analyses du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm confirment la validité de ces subdivisions, et permettent d'en saisir la signification climatique.

Du point de vue granulométrique, le sédiment inférieur à 2 mm des couches H1 à H2e est un sable argilo-sableux, dans lequel les fractions colloïdales représentent généralement plus de 25% du matériel, la médiane oscillant entre les valeurs de 0,050 mm (niveau H1) et 0,0090 mm (niveau H2e) (Pl. 88). L'indice d'hétérométrie y est élevé sur sédiment brut (1,20), plus faible après décarbonatation (0,80), par suite d'une importante diminution des sables grossiers et de la libération de sables fins et de limons (Pl. 88).

Dans les mêmes niveaux, les carbonates représentent entre 30% (niveau H1) et 40% (niveaux H2d et H2e) du matériel, et appartiennent presque exclusivement au domaine sableux. Les valeurs du ΔpH y sont importantes, moins cependant que dans la couche G (Pl. 83, n° 2).

Comparées à celles que nous venons de définir, les caractéristiques du matériel inférieur à 2 mm prélevé dans les couches H3 à H9 sont nettement différentes (Pl. 88).

Il s'agit, à tous les niveaux, d'un sable limono-argileux, dans lequel les fractions inférieures à 0,002 mm ne représentent plus que 20% du sédiment. Les valeurs de la médiane sont toujours supérieures à 0,100 mm sur sédiment brut, la grossièreté moyenne du matériel étant

augmentée par la présence d'une fraction sableuse plus importante. A ce sujet, on notera plus particulièrement que, à la maille 0,400 mm, les différences de valeurs, avant et après traitement par HCl, sont généralement voisines de 15% dans les niveaux H3 à H9, contre 10% dans les niveaux H1 à H2e. Cette particularité peut être rapprochée de la très nette augmentation du taux des carbonates dans les mêmes niveaux : leurs pourcentages sont toujours supérieurs à 45 et atteignent une valeur maximale de 55 dans les niveaux H3 et H4, malgré la présence de très nombreux débris de silex parmi les sables grossiers (Pl. 85, n° 1). Les valeurs du ΔpH sont assez homogènes dans les niveaux H3 à H5, et sont généralement inférieures à celles que nous avons mesurées précédemment ; elles varient ensuite de façon désordonnée vers le sommet du dépôt, où nous n'avons pu raviver "en profondeur" le témoin stratigraphique (Pl.83,n°2).

Couche I :

Les trois niveaux que nous a permis d'isoler l'étude stratigraphique présentent les caractéristiques suivantes :

A la base, le niveau I1 contient 45% d'éléments de diamètre supérieur à 10 mm ; ce sont des éléments de diamètre moyen, ne dépassant pas 50 mm. Ils sont arrondis et émoussés (indice d'émoussé = 80), faiblement altérés (porosité = 6%). Ces éléments sont accompagnés d'abondants granules et graviers de même nature et de même morphologie.

A mi-hauteur, le niveau I2 s'individualise par une moindre teneur en cailloux et une proportion accrue de graviers calcaires.

Au sommet enfin, le niveau I3 montre une nouvelle augmentation de la proportion des éboulis ; ils présentent des caractéristiques granulométriques et morphologiques identiques à celles du niveau I1.

Dans les trois niveaux, le matériel de diamètre inférieur à 2 mm est un sable limono-argileux, dont la médiane est voisine de 0,100mm. Les sables fins sont prédominants et ne contiennent qu'une faible proportion de particules de roche calcaire ; ils sont accompagnés d'une très grande abondance de paillettes de muscovite. Les courbes cumulatives qui

caractérisent ce matériel sont très différentes de celles que nous avons rencontrées jusque-là. Leur tracé est régulier, mais témoigne d'un sédiment assez mal trié (Hé = 1,20).

L'ensemble de ces caractéristiques, et plus particulièrement le fort degré d'émoussé des éboulis malgré leur faible porosité, ainsi que la morphologie des courbes cumulatives, permettent d'y reconnaître le résultat de remaniements par cryoturbation.

Pourtant, la stratification du dépôt au fond de l'abri, et la présence de très nombreuses particules de muscovite, nous ont conduit à attacher une attention particulière à l'origine du sédiment fin.

Un échantillon a donc été prélevé au fond de l'abri, pour analyses complémentaires : granulométriques, calcimétriques et minéralogiques.

Les paillettes de muscovite y sont extrêmement abondantes ; les carbonates représentent 2% à peine du matériel analysé. La courbe cumulative, réalisée après granulométrie du sédiment brut et décarbonaté, présente une pente plus accusée que précédemment dans le domaine des sables fins (Hé = 0,60) (Pl. 89). Les grains de quartz, voisins de 0,70mm, sont tous du type irrégulier ou émoussé-luisant. Aucun d'entre eux ne porte d'incrustation de couleur rouille ; nous n'y avons décelé aucun élément ferrugineux.

L'analyse des minéraux lourds a révélé la prédominance des amphiboles vertes, une forte proportion de grenats avec figures de corrosion particulières (en "pointes de diamant"), ainsi que la présence de disthènes. Ce cortège est donc fondamentalement différent de celui du Sidérolithique s.s., de celui des Sables du Périgord et de celui des produits d'altération du calcaire coniacien. La prédominance des amphiboles nous a également conduit à exclure l'identification de ce sédiment avec le produit du remaniement d'anciennes terrasses de la Vézère, par ruissellement ou par solifluxion.

L'identité de ce cortège, avec celui des alluvions de la basse terrasse, est par contre frappante (*).

L'ensemble de ces arguments permet donc d'attribuer le sédiment fin de la couche I à un alluvionnement de la Vézère, et confirme ainsi l'hypothèse de PEYRONY.

Couche J :

Comparées à celles de la couche I, les caractéristiques sédimentologiques des différents niveaux de la couche J sont, à nouveau, différentes.

Bien que profondément altérés par une occupation extrêmement dense (certains échantillons contiennent 95% de silex et d'esquilles osseuses), les éboulis de roche calcaire y sont en augmentation et contiennent, à quelques niveaux au moins, des éléments de fort diamètre (Pl. 82, n° 1 et 2). Les plaquettes y sont également abondantes (20%

(*) Le cortège minéralogique des différentes formations auxquelles nous avons comparé celui de la couche I du Moustier, est le suivant (renseignements aimablement communiqués par J. ALVINERIE et B. KERVAZO) :

Basse terrasse de la Vézère (A2) :

Amphiboles vertes nombreuses. Nombreux grenats présentant des figures de corrosion particulières (en "pointes de diamant"). Présence du disthène et de la tourmaline.

Haute terrasse de la Vézère (A1) :

Pas d'amphibole. Disthène, staurotide et tourmaline.

Sidérolithique s.s. :

Tourmalines dominantes, suivies, par ordre d'importance, de la staurotide, du rutile et de l'anatase, de l'andalousite et de très rares disthènes.

Sables du Périgord :

Disthènes très abondants puis, tourmaline, rutile et anatase, staurotide et andalousite.

Calcaire coniacien :

Tourmaline dominante avec anatase, brookite, sphène et zircon.

en J4 et J5 (Pl. 82, n° 3), en dépit de la modification qu'a subi le sédiment par un habitat prolongé ; la forte porosité,dont témoignent les cailloux dans ces niveaux, correspond en effet à la fissuration du matériau par le feu.

Le sédiment inférieur à 2 mm est un sable peu argileux qui provient, en grande partie, de la désagrégation de la roche calcaire ; sa texture est cependant perturbée par la présence de très nombreuses particules de silex parmi les sables grossiers ; cette particularité se manifeste sur la courbe cumulative, par la persistance d'une fraction sableuse bien fournie entre 2 mm et 0,5 mm après décarbonatation (Pl.89). Les carbonates représentent plus de 20% du sédiment fin et celà, malgré les particules de silex dont nous venons de signaler la présence dans le résidu insoluble de l'échantillon analysé. Comme dans les dépôts immédiatement sous-jacents, les valeurs du ΔpH ne peuvent être prises en considération, les valeurs obtenues dans la solution de HCl étant supérieures à celles mesurées dans l'eau distillée. Là encore, l'impossibilité de raviver suffisamment le témoin stratigraphique, avant prélèvement, est la cause de cette particularité.

Couche K :

Les éboulis calcaires y sont nettement moins abondants, surtout à la base. Ce sont des formes émoussées, plus anguleuses au sommet où nous avons dénombré 15% de plaquettes (Pl. 82). Les valeurs de l'indice d'émoussé et de la porosité varient ici en opposition, ce qui exclue le rôle de la dissolution dans le façonnement des éboulis (Pl. 83).

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argileux dont la médiane est égale à 0,150 mm. Il est bien classé tant sur matériel brut que sur matériel décarbonaté, l'indice d'hétérométrie étant voisin de 0,60 (Pl. 89).

Cette caractéristique, la faible teneur du matériel en carbonates (5% seulement à la base), et surtout la présence de très nombreuses paillettes de muscovite parmi les sables, nous ont conduit à procéder à l'analyse des minéraux lourds. Nous y avons rencontré le même cortège

que celui qui caractérise la couche I : prédominance des amphiboles vertes, présence de grenats corrodés, rares disthènes.

La couche K, comme la couche I, provient donc, en grande partie, d'un alluvionnement de la Vézère, ce qui suppose une élévation du cours d'eau de près de 2 mètres par rapport au sommet des dépôts fluviatiles que constituent les couches A à F.

La distinction entre la couche L et les déblais des fouilles anciennes qui la surmontent étant impossible à établir, nous n'en n'avons pas fait l'analyse.

C - Chronologie et signification climatique des dépôts.

Plusieurs arguments concordants permettent de situer une coupure stratigraphique majeure entre le dépôt de la couche G et celui des premiers niveaux de la couche H :

- Présence d'une structure anguleuse à polyédrique au sein de la couche G.
- Présence locale de revêtements pelliculaires argileux brun-rouge sur les éléments structuraux, au pourtour des éboulis et à la surface des silex.
- Augmentation de la proportion des colloïdes, compte-tenu de la présence d'une composante sableuse plus importante que dans les couches F et E sous-jacentes.
- Plus forte valeur du ΔpH que dans les dépôts sus-jacents.
- Moindre teneur du sédiment fin en carbonates au sommet qu'à la base de la couche.
- Présence de concrétions illuviales calcaires dans la couche F et au sommet de la couche E.

De telles caractéristiques sont, à notre sens, significatives de manifestations pédogénétiques de forte intensité, coïncidant avec un

interstade majeur de la glaciation würmienne.

Il s'agit là, selon toute certitude, d'une manifestation locale de l'interstade Würm I - Würm II, puisque les dépôts qui lui sont antérieurs (couches A à G) et postérieurs (couches H à J) contiennent, à différents niveaux, des industries moustériennes.

Nous allons voir que la succession des évènements climatiques, que permettent de reconnaître la sédimentologie et la palynologie, présente de frappantes similitudes avec celle que nous avons mise en évidence dans les dépôts d'âge Würm I et Würm II du Pech-de-l'Azé et de Combe-Grenal.

1° - Les dépôts d'âge Würm I : couches A à G

Nous y avons identifié le résultat de 6 phases climatiques.

- La première correspond à la mise en place des couches A, B et C, sous climat tempéré et humide.

Les manifestations de gélivation y sont absentes, et les dépôts traduisent tous le résultat d'une sédimentation exclusivement alluviale. Les différences texturales qui individualisent les niveaux A1 et A2, la couche B (à laquelle est associé du Moustérien typique) et la couche C, représentent sans doute autant d'étapes mineures à l'intérieur de la même phase climatique.

La palynologie confirme cette interprétation et y apporte davantage de détails. La base de la couche A (niveau A1) est marquée par un climat tempéré et humide, mais encore frais. Le taux de boisement n'est que de 18%. L'amélioration thermique se précise jusqu'au sommet de cette couche où les arbres représentent 25% de la flore, avec dominance du Pin sylvestre et du Saule, accompagnés secondairement par le Noisetier, le Bouleau et l'Aulne. L'Epicea est présent sporadiquement. L'humidité contemporaine est marquée par la progression des Cypéracées et des Hygrophiles, aux côtés de nombreuses Graminées.

Les caractéristiques climatiques de la flore s'affirment ensuite au niveau de la couche B. Le taux de boisement atteint 58%. Les feuillus thermophiles deviennent dominants avec le Noisetier, l'Aulne, l'Orme, le Tilleul, le Saule et, moins nombreux, le Hêtre, le Chêne et l'Erable. Les arbustes et les Fougères des sous-bois tempérés sont également rencontrés. Les herbacées, avec de nombreuses Cypéracées, Hygrophiles et Graminées, indiquent des conditions nettement humides.

Le taux de boisement diminue ensuite légèrement au niveau de la couche C (45%), avec le Noisetier, l'Aulne, le Pin sylvestre. Les grands feuillus disparaissent progressivement. On note seulement une faible régression des Hygrophiles (*).

- Bien que les caractéristiques sédimentologiques de la couche D traduisent également le résultat d'une sédimentation alluvionnaire, la présence d'une forte proportion de galets de roche calcaire à la base de la couche, puis leur prédominance vers le sommet, sont significatifs d'une nouvelle variation climatique dans le sens d'un refroidissement.

L'origine de ces éléments calcaires peut, en effet, être située dans la gélivation des escarpements rocheux qui s'élèvent le long de la Vézère, en amont du Moustier. Entraînés dans le lit de la rivière par gravité ou par solifluxion, ils ont ensuite été véhiculés,sur une faible distance, par un courant de faible compétence.

La plus faible dimension des éléments calcaires, au sommet de la couche, correspond vraisemblablement à des conditions quelque peu différentes, au déclin de l'épisode climatique correspondant.

La palynologie ne donne aucun renseignement sur ce dernier point mais permet, comme la sédimentologie, de rapporter l'ensemble de la

---

(*) Les résultats de l'analyse palynologique sont consignés dans le Complément au Livret-Guide de l'Excursion A5 du VIIIème Congrès de l'INQUA (1969). Ce document ne constituant pas une publication officielle, nous remercions vivement M.M. PAQUEREAU de nous avoir autorisé à faire état de ces renseignements inédits.

couche D à un climat froid et sec. Le taux de boisement n'est plus que de 10%, avec le Pin sylvestre et quelques pourcentages de Bouleau ou de Saule comme seuls éléments arbustifs. Les Graminées sont nombreuses, mais dominées par les Composées Artémisiées. Les Cypéracées et les Hygrophiles disparaîssent, alors que se multiplient les Xérophiles et les Héliophiles.

- Nous avons défini la couche E comme formée d'un sédiment limono-argileux, caractéristique d'une sédimentation par inondation. Les éléments d'origine cryoclastique y sont totalement absents. Il s'agit là du produit d'une nouvelle amélioration climatique, mais que la sédimentologie ne permet pas de qualifier avec plus de précision. La couche F marque probablement la fin de cette phase climatique ou le début de la phase suivante, puisque des débris de gélivation encore anguleux, donc non véhiculés par la Vézère, sont associés à un contexte identique à celui de la couche E. Cette couche contient une industrie du Moustérien à denticulés ; c'est à ce stade que le Renne apparaît dans la faune.

Le taux de boisement atteint 45%. Le Pin sylvestre et le Noisetier sont dominants avec d'assez nombreux Aulnes et Saules ; quelques pollens d'arbustes et d'assez nombreuses spores de Fougères tempérées sont présents. Les Graminées, les Cypéracées et les Hygrophiles dominent la strate herbacée, marquant une forte humidité.

- Nous avons reconnu, dans la couche G, quatre niveaux principaux ; ils correspondent à la succession de trois phases climatiques, pendant l'occupation de l'abri par les porteurs du Moustérien de tradition acheuléenne de type A.

. Le niveau G1 est caractérisé par une forte densité des éboulis d'origine cryoclastique. Il s'agit là du résultat d'un nouvel épisode climatique froid, au cours duquel des alternances gel-dégel, de forte amplitude et de forte intensité, se sont succédées dans un contexte relativement sec.

Dans ce niveau, le taux de boisement recule fortement par rapport au dépôt sous-jacent (10%), avec le Pin sylvestre comme seul élément arbustif. Les Composées Artémisiées deviennent dominantes, les Héliophiles se développent, et quelques éléments xérophiles et steppiques apparaîssent.

. Une nette diminution de la teneur du sédiment en éboulis se manifeste dans le niveau G2, accompagnée d'une réduction de leur diamètre. Le sédiment fin y apparaît, par ailleurs, appauvri en carbonates. De telles caractéristiques sont représentatives d'une nouvelle amélioration climatique et d'une plus grande humidité, plus faiblement marquées, néanmoins, que lors du dépôt des couches A-B-C et E-F, puisque les phénomènes de gélivation de faible intensité et de faible amplitude se sont manifestés pendant toute cette période.

C'est également la conclusion à laquelle conduit la palynologie. Le taux de boisement ne dépasse pas 20%. Le Pin sylvestre, le Noisetier, l'Aulne et le Saule sont, néanmoins, en progression. Quelques pollens d'Orme et de Tilleul se rencontrent sporadiquement. Les Composées et les Héliophiles sont en régression devant le développement des Graminées, des Cypéracées et des Hygrophiles.

. Il est vraisemblable que le lit de graviers qui sépare localement les couches G2 et G3, et dans lequel on peut reconnaître de faibles manifestations de solifluxion, s'est mis en place au début de la nouvelle phase climatique froide et sèche à laquelle on peut rapporter l'édification de la couche G3.

Les éboulis d'origine cryoclastique volumineux y sont, en effet, prépondérants, et indiquent un nouveau démantèlement du toit de l'abri, par le jeu d'alternances gel-dégel de forte amplitude et de forte intensité.

. La diminution de la dimension des éboulis qui se manifeste au sommet du dépôt (niveau G4) pourrait être le résultat d'une moindre intensité des phénomènes de gélivation à la fin de cet épisode climatique.

Elle peut aussi représenter le remaniement du sommet de la couche G par cryoturbation, après l'interstade Würm I - Würm II ou au début du Würm II.

Les conclusions de la palynologie concordent avec cette interprétation. Dans les couches G3 et G4, le taux de boisement se maintient aux alentours de 8 à 9%, avec le Pin sylvestre et, au début, quelques pollens de Bouleau. Les herbacées sont très nombreuses et sont dominées par les Composées, les Héliophiles et des éléments steppiques plus abondants encore que dans le niveau G1.

2° - L'altération d'âge interstadiaire Würm I - Würm II

Nous avons précisé, précédemment, les principales caractéristiques des phénomènes d'altération et d'illuviation que nous avons rapportés à l'interstade Würm I - Würm II. Elles traduisent le résultat d'un climat chaud et humide.

3° - Les dépôts d'âge Würm II : couches H à J

Nous y avons reconnu la succession de quatre phases climatiques.

- A la première, doit être attribuée la mise en place des niveaux H1 à H2e, dans lesquels nous avons mis en évidence des éboulis nombreux, associés à un sédiment fin, riche en particules colloïdales, mais appauvri en carbonates.

Nous y voyons le résultat d'un climat froid mais humide.

- Les caractéristiques sédimentologiques des niveaux H3 à H9 nous permettent de rapporter ces dépôts à un climat tout aussi froid mais plus sec que précédemment. Il convient, en effet, d'insister plus particulièrement sur la prédominance des éboulis cryoclastiques, dans un contexte plus sableux, et dont le sédiment fin comporte une composante carbonatée mieux fournie.

La palynologie confirme la succession de deux phases climatiques différentes, l'une à tendance froide et humide, l'autre très froide et très sèche, dans l'ensemble de la couche H ; la première phase se poursuivrait cependant jusqu'au niveau H6 inclus.

Dans les niveaux H1 à H6, en effet, le seul élément arbustif est le Pin sylvestre (5-6%). Les Graminées et les Cypéracées, très nombreuses, dominent l'ensemble floristique. Il s'y ajoute quelques Composées et Héliophiles assez peu nombreuses.

Dans les niveaux H7 à H9, le taux de boisement reste aussi bas (Pin sylvestre seul), mais les Composées se développent aux dépens des Graminées et des Cypéracées, ces dernières disparaîssant même complètement. Les Héliophiles sont nombreuses ainsi que les Steppiques.

Nous n'avons trouvé aucune interprétation à ce décalage, l'essentiel demeurant néanmoins la confirmation de la succession de deux phases climatiques différentes dans les dépôts correspondants.

- La texture et la composition minéralogique des sédiments de la couche I, dans laquelle nous avons noté une stratification locale des dépôts, confirme l'origine fluviatile que D. PEYRONY avait pressentie.

La présence d'éboulis encore nombreux à la base et au sommet du dépôt, à l'avant du témoin stratigraphique, correspond probablement à des phénomènes de gélivation encore actifs au début et à la fin de la phase climatique correspondante. Leur fort degré d'émoussé, mais leur faible porosité, sont sans doute liés aux manifestations de cryoturbation qui ont, par ailleurs, concassé les silex à ce niveau.

Le taux de boisement remonte à 17%. Au Pin sylvestre en progression, s'ajoutent le Noisetier, le Bouleau, l'Aulne et, parfois, le Saule. Les Cypéracées et les Hygrophiles apparaîssent de nouveau, les Graminées sont plus nombreuses aux côtés des Composées encore bien représentées. Les éléments steppiques deviennent très rares.

- La couche J constitue, dans son ensemble, le résultat d'une nouvelle variation climatique froide et sèche. Les caractéristiques sédimentologiques de ces dépôts, bien que profondément modifiées par un habitat humain extrêmement dense, montrent, en effet, une nouvelle augmentation des éboulis d'origine cryoclastique et, parmi les sables, celle du matériel colloïdal.

La flore est identique à celle des niveaux H7-H9. Les Composées sont dominantes (nombreuses Carduacées et Centaurées), ainsi que les Steppiques.

- La couche K enfin présente un cortège minéralogique en tous points comparable à celui de la couche I. L'ensemble de ses caractéristiques sédimentologiques traduit donc le résultat de remaniements par un nouvel alluvionnement de la Vézère.

Le taux de boisement atteint ici 21%. Le Pin sylvestre, le Noisetier, l'Aulne, sont dominants. Puis on rencontre, en pourcentages plus faibles, le Bouleau, le Saule et l'Orme ; enfin, plus rares, le Tilleul et le Frêne. Quelques pollens d'arbustes et de nombreuses spores de Fougères tempérées sont également présents. La strate herbacée comprend de nombreuses Graminées, Cypéracées et Hygrophiles. Les Composées sont en régression ; on ne rencontre plus de Steppiques.

Nous verrons que la présence d'une industrie du Périgordien ancien permet de dater ce dépôt du début du troisième stade würmien.

Au terme de cette étude, il convenait de vérifier si les oscillations climatiques que nous avons décelées dans les couches A à G4 d'une part, et dans les couches H à J d'autre part, étaient comparables à celles que nous avons mises en évidence dans les dépôts d'âge Würm I et Würm II du Pech-de-l'Azé et de Combe-Grenal.

Si l'on prend seulement en considération le nombre des oscillations climatiques, une opposition apparaît.

Au Moustier, les dépôts antérieurs à l'épisode de pédogénèse qui a suivi la mise en place du dernier niveau de la couche G, témoignent de la succession de 6 phases climatiques seulement, alors que, dans les dépôts d'âge Würm I du Pech-de-l'Azé et de Combe-Grenal, nous en avons dénombré 9.

De même, dans les dépôts sus-jacents à la couche G, 4 phases climatiques apparaîssent, alors que, au Pech-de-l'Azé et à Combe-Grenal, les dépôts d'âge Würm II se sont accumulés au cours de 8 phases climatiques successives.

La comparaison des caractéristiques climatiques de ces oscillations conduit cependant aux considérations suivantes :

1° - Au Pech-de-l'Azé I et à Combe-Grenal, les premiers dépôts que nous rapportons au Würm II caractérisent un climat froid et humide (phase 1) ; cet épisode est suivi d'une variation climatique encore plus froide mais sèche (phase 2). Nous retrouvons donc, à ce stade, la même succession qu'au Moustier, même si les données de la sédimentologie et celles de la palynologie ne sont pas concordantes sur la limite entre les deux épisodes correspondants.

2° - La succession des évènements climatiques qui caractérisent le Würm I au Pech-de-l'Azé II et à Combe-Grenal montre le développement d'une faible variation à caractère moins froid et plus humide (phase 8), encadrée par deux phases très rigoureuses et sèches (phases 7 et 9), à la fin du stade. C'est également le cas au Moustier, où la couche G2 ne représente qu'une variation de faible intensité, dans un contexte froid. De ce point de vue, les données de la palynologie sont particulièrement démonstratives.

3° - Dans le Würm I du Pech-de-l'Azé et de Combe-Grenal, les phases 6 et 4 correspondent globalement à un climat tempéré et humide, entrecoupé cependant d'une brève oscillation plus froide (phase 5). Les phénomènes de cryoclastie y ont été inexistants ou très atténués ; la flore contemporaine présente des caractéristiques particulières qui excluent

toute confusion. Au Moustier, la phase climatique que représente plus particulièrement la couche E, témoigne également d'un climat tempéré et humide, tant du point de vue palynologique que sédimentologique. La contemporanéité de l'épisode correspondant et des phases 6 et 4 du Würm I de Combe-Grenal et du Pech-de-l'Azé II est donc vraisemblable. L'absence de dépôts contemporains de la phase 5 du même stade ne constitue, à notre sens, qu'une lacune stratigraphique locale (*).

4° - Dans ces conditions, les couches D, d'une part, et C-B-A, d'autre part, que la sédimentologie et la palynologie permettent de rapporter respectivement à un climat froid et à un climat tempéré, sont contemporaines des phases 3 et 2 du Würm I du Pech-de-l'Azé II et de Combe-Grenal.

En résumé, la comparaison de l'interprétation des dépôts de l'abri inférieur du Moustier avec celle des dépôts d'âge Würm I et Würm II du Pech-de-l'Azé et de Combe-Grenal, conduit à l'interprétation suivante :

Würm I

Couches A-B-C	: phase 2
Couche D	: phase 3
Couches E et F	: phases 4, 5 et 6
Couche G1	: phase 7
Couche G2	: phase 8
Couches G3 et G4	: phase 9

Würm II

Couches H1 à H2e (sédimentologie) H1 à H6 (palynologie)	: phase 1
Couches H3 à H9 (sédimentologie H7 à H9 (palynologie)	: phase 2
Couche I	: phase 3
Couche J	: phase 4

(*) Les couches A à F ne sont visibles que sur un front de 2 mètres.

Une telle interprétation reporte donc le développement local d'industries du Moustérien de tradition acheuléenne de type A à la fin du Würm I, et d'industries du Moustérien de tradition acheuléenne de type B au début du Würm II. C'est là un élément important sur lequel nous reviendrons.

La couche K, à industrie du Périgordien ancien à pointes de Châtelperron, datant, nous le verrons, du début du Würm III, les dépôts correspondant aux phases 5, 6, 7 et 8 du Würm II font défaut au Moustier. Il peut s'agir, soit d'une lacune stratigraphique locale (absence de sédimentation au fond de l'abri), soit du résultat de l'érosion qui, dans d'autres gisements, a évacué le sommet des dépôts d'âge Würm II, lors de la seconde partie de l'interstade Würm II - Würm III. L'absence de manifestations d'altération au sommet des dépôts moustériens confirmerait cette interprétation.

L'ABRI SUPERIEUR.

C'est le gisement éponyme du Moustérien. Il s'ouvre 15 mètres environ au-dessus du plancher de l'abri inférieur. Il est actuellement en partie comblé par les déblais des fouilles anciennes.

Les meilleurs documents sur la stratigraphie des dépôts viennent des fouilles de BOURLON et PEYRONY, effectuées indépendamment, mais toutes deux en 1905 (BOURLON M., 1905, PEYRONY D., 1930) (Pl. 90).

Coupe PEYRONY :

Elle fut levée à 3 mètres environ du bord extérieur de la terrasse, au milieu de l'abri.

1 - Sur le sol rocheux, couche très brune de 0,30 m, avec industrie identique à celle de la couche H de l'abri inférieur.

2 - 0,80 m de conglomérat composé d'éléments calcaires et de silex

concassés avec, en quelques points, des traces de foyers (*)

3 - Couche très brune, épaisse de 0,40 m, avec industrie identique à celle de la couche J de l'abri inférieur.

4 - Périgordien ancien : 0,20 m.

5 - Aurignacien : 0,80 m.

6 - Terre végétale.

Cette coupe reproduit, en plus réduite, celle de l'abri inférieur. La position relative des niveaux archéologiques, et les caractéristiques de l'outillage qui leur est associé, nous permettent d'identifier la couche 1 avec la couche H de l'abri inférieur, la couche 2 (conglomérat) avec la couche I, la couche 3 avec la couche J, la couche 4 avec la couche K et la couche 5 avec la couche L de l'abri inférieur.

Coupe BOURLON :

Prise un peu en avant du surplomb de l'abri, elle est légèrement différente de celle levée par PEYRONY :

(*) La formation de ce conglomérat, dont l'industrie est concassée, serait, pour D. PEYRONY, le résultat d'une inondation de la Vézère, au même titre que celle de la couche I de l'abri inférieur. A la confluence des vallées de la Vézère et de Plazac, "il se produisait forcément à cet endroit, des remous et des tourbillons (...) faisant entrechoquer sans trop les déplacer les matériaux les plus lourds (silex et pierres calcaires), dont les arêtes et les angles s'émoussaient et s'arrondissaient" (PEYRONY D, 1930, p. 30).

F. BOURDIER (1949) pense que le gisement primitif de l'industrie de ce conglomérat aurait été le karst environnant, alors à sec. "Au début de la dernière période froide, par suite des dégels et des fontes de neige au printemps, le karst aurait été parcouru par des courants d'eau entraînant les industries, les roulant et les redéposant là où nous les trouvons maintenant".

La comparaison de la morphologie des silex provenant de cette couche, avec celle des objets provenant des couches 55 de Combe-Grenal et 4D du Pech-de-l'Azé II, nous a conduit à y reconnaître le produit de phénomènes de cryoturbation.

1 - Foyer moustérien.

2 - 0,80 m de conglomérat.

3 - Foyer le plus riche, très noir, mais dont seuls les dix premiers centimètres ont livré de "belles pièces". Correspond sans doute à une partie de la couche J de l'abri inférieur.

4 - Foyer de 0,10 m. Industrie rare mais belle (= J ?).

5 - 0,10 m de foyer. Outillage très pauvre.

6 - 0,30 m de sables jaunes mêlés de rares cailloux roulés,de faible dimension. Moustérien de type Quina, selon F. BORDES, qui se réfère à l'excellente description que BOURLON donne de cette industrie. Au sommet de la couche, neuf "bifaces" qui, d'après F. BORDES, pourraient représenter une récurrence du Moustérien de tradition acheuléenne,ou bien être des racloirs bifaces de type Quina.

7 - Foyer gris cendré. Moustérien, d'après BOURLON.

8 - 1 m environ de sables et de gros éboulis. Aurignacien.

Par rapport à la coupe donnée par PEYRONY, deux différences essentielles doivent être soulignées : la couche sous-jacente à l'Aurignacien est attribuée au Moustérien et non au Périgordien ancien, et surtout, il s'intercale entre ce niveau et le Moustérien analogue à celui de la couche J de l'abri inférieur, une couche de Moustérien de type Quina.

Nous verrons que la position de ce dernier niveau à industrie moustérienne de type Quina, à la fin du Würm II, constitue un élément important concernant la position relative des différents faciès moustériens dans la chronologie climatique du Würm ancien.

CHAPITRE VI

LA GROTTE DE FONT DE GAUME

La grotte ornée de Font de Gaume se situe dans les escarpements de calcaire coniacien qui dominent la vallée de la Beune, près des Eyzies.

Le porche s'ouvre à l'Ouest et domine la vallée de 20 mètres environ. Il donne accès à une galerie, dite "galerie principale", qui se termine en cul de sac, 130 mètres plus loin. Vers la moitié de sa longueur, un resserrement, auquel on a donné le nom de "Rubicon", marque le début de la partie décorée.

C'est à ce niveau que s'ouvre, sur la droite, un premier diverticule latéral.

A vingt mètres de là, au niveau du "carrefour", et également sur la droite, se situe une deuxième ramification appelée "galerie latérale".

Enfin, à vingt cinq mètres environ du "carrefour", se trouve, sur la gauche, un troisième diverticule, dit "Salle des petits Bisons".

Les oeuvres peintes et gravées qui décorent la grotte de Font de Gaume ont été découvertes par D. PEYRONY en 1901 ; elles firent l'objet d'une première étude, publiée en 1910 par L. CAPITAN, H. BREUIL et D. PEYRONY.

L'aménagement du sol de la caverne permit la découverte d'industries du Paléolithique supérieur, attribuées au Périgordien ancien, à l'Aurignacien et au Solutréen, par D. de SONNEVILLE - BORDES (1960 et 1965).

Depuis, des travaux de fouilles ont été entrepris par F. PRAT dans le premier diverticule et dans la galerie principale. C'est l'étude du remplissage mis au jour lors de ces fouilles que nous présentons.

ETUDE DU REMPLISSAGE DU PREMIER DIVERTICULE

Un boyau surbaissé se prolonge par une salle de 15 mètres de long environ, dans laquelle F. PRAT effectua des fouilles entre 1958 et 1964.

Les résultats de ces recherches n'ayant pas encore été publiés, nous ferons ici état de renseignements inédits, aimablement communiqués par ce chercheur.

Le remplissage exploré s'organise en 20 couches principales (Pl. 91 et 92) ; le sol rocheux n'a pas été atteint.

I - STRATIGRAPHIE - CARACTERISTIQUES SEDIMENTOLOGIQUES DES DEPOTS

Couches A-B-C :

Au début de ses fouilles, F. PRAT avait cru pouvoir discerner trois dépôts superposés, qu'il avait appelés A, B et C. Il s'agit en réalité d'un sédiment hétérogène, où se trouvent associés des fragments de roche calcaire, des débris de stalactites et des morceaux de plancher stalagmitique.

La présence d'amas de sédiment comparable à celui des couches E à J, et celle de vestiges paléontologiques identiques à ceux de la couche M, permettent d'y reconnaître le produit du remaniement des dépôts sous-jacents ; il s'y ajoute des apports plus récents, attestés par quelques outils d'une industrie indéterminée du Paléolithique supérieur.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argilo-limoneux brun (E.72) dont la médiane est voisine de 0,030 mm. La courbe cumulative qui le caractérise présente un tracé aplati et irrégulier,

dans lequel on reconnaît le mélange de plusieurs stocks sédimentaires différents (Pl. 93) ; l'indice d'hétérométrie est de 2. Les carbonates représentent 28% du matériel et appartiennent, à parts sensiblement égales, au domaine sableux et colloïdal.

La base du dépôt est toujours brutale et ondulée ; elle tronque la plupart des dépôts sous-jacents, plus ou moins profondément suivant les endroits.

Couche D : Epaisseur maximale : 0,10 m

Plancher stalagmitique bien cristallisé, plus particulièrement développé à proximité des parois, souvent démantelé ou inexistant au centre de la galerie.

Les dépôts qui se placent entre ce plancher et la première couche fossilifère forment, à première vue, un même ensemble sédimentaire correspondant à la superposition de lits de sable argileux et d'horizons argilo-limoneux ou limono-argileux.

La répartition de ces différentes strates, ainsi que leur épaisseur relative, ont cependant conduit F. PRAT à les grouper en un certain nombre d'unités.

Couche E : Epaisseur maximale : 0,15 m

Elle est composée par l'alternance de lits de sédiment de texture variée ; les lits de texture sableuse y apparaîssent plus épais.

Nous y avons reconnu deux faciès granulométriques différents.

- Le premier est un limon argileux, faiblement sableux, dont la courbe cumulative est significative d'une sédimentation par décantation (Pl. 93). La médiane est comprise entre 0,010 et 0,020 mm. Les carbonates représentent 25% environ du matériel et sont strictement localisés dans le domaine colloïdal. La couleur du sédiment est brune (E.72).

- Le deuxième faciès est un sable argilo-limoneux ou limono-argileux, de couleur brun-jaune foncé (E.63 à F.64), dont la médiane oscille entre les valeurs de 0,060 et 0,100 mm. Les courbes cumulatives obtenues par

granulométrie du sédiment brut et décarbonaté ont le même tracé, ce qui démontre une répartition homogène de la composante carbonatée (40 à 50%) dans toutes les fractions, sous la forme de particules de roche calcaire (Pl. 93). Les valeurs de l'indice d'hétérométrie sont élevées : 1,50 à 2. Il peut s'agir de matériaux entraînés de l'extérieur par solifluxion, et mis en place dans la grotte par ruissellement diffus.

Couche F : Epaisseur maximale : 0,10 m

Ses caractéristiques sont, à première vue, comparables à celles du dépôt sus-jacent. Il s'agit, là aussi, de la superposition de lits de granulométrie différente mais qui, à l'inverse de ce que nous avons constaté précédemment, sont ici le plus souvent de même épaisseur.

- Les uns sont formés de limon argileux faiblement sableux, plus franchement argileux que dans le cas précédant, de couleur brun-jaune à brun-jaune clair (D.72 à D.74) ; les carbonates forment de 20 à 25% du matériel, et sont surtout de nature colloïdale.

-Les autres sont constitués par des sables argilo-limoneux, plus grossiers que dans leurs homologues de la couche E (Md = 0,150 mm), mieux classés (Hé compris entre 1 et 1,50), mais comportant une phase carbonatée identique : 40 à 50%.

Couche G : Epaisseur maximale : 0,05 m

Elle est aussi formée par l'alternance de dépôts de même texture que dans le cas précédant, mais s'en différenciant par une plus forte épaisseur.

Couche H : Epaisseur maximale : 0,15 m

C'est une formation limono-argileuse de couleur brune (D.64). Elle est interrompue à mi-hauteur par de minces lentilles de sables grossiers faiblement argileux. Ce matériel, dont la médiane est proche de 0,250 mm, se répartit en des courbes cumulatives plus redressées que dans les couches F et G (Hé = 0,80), et caractérise donc des manifestations de ruissellement plus franc. Les carbonates sont concentrés dans toutes

les fractions et représentent 55% du matériel.

Couche I : Epaisseur maximale : 0,08 m

Sédiment sablo-argileux (Md = 0,200 mm), comportant une proportion de sables grossiers plus importante (Pl. 94). Les sables sont, pour la plupart, des particules de roche calcaire (55% de carbonates). L'indice de classement est plus élevé que précédemment (Hé = 1). A mi-heuteur, des lentilles de limon argilo-sableux interrompent le dépôt.

Couche J : Epaisseur maximale : 0,05 m

Argile limoneuse au sommet, passant progressivement vers la base à un limon argileux de couleur brun-jaune (E.64). Intercalations locales de lentilles de sables fins peu argileux (Md = 0,150 mm), très bien classés (Hé = 0,60 mm). Les sables ne comportent que des grains de quartz. Les carbonates sont peu abondants (13%) et sont répartis dans la fraction colloïdale.

Couche K : Epaisseur maximale : 0,05 m

Dépôt de sable fin présentant des caractéristiques comparables à celles des lentilles sableuses de la couche J, et de couleur brun-jaune. A mi-hauteur intercalations de lentilles de limon argileux.

Cette couche constitue le premier dépôt fossilifère.

La faune comprend le Loup, le Lapin et l'Ours des cavernes.

Elle a également livré quelques éclats de silex qui, selon F. BORDES, seraient de facture moustérienne.

Couche L : Epaisseur maximale : 0,10 m

Sédiment de même texture que celui de la couche K, mais de couleur brun vif (E.56).

Contient de rares vestiges d'Ours.

Couche M : Epaisseur maximale : 0,40 m

Formation hétérogène, où l'on rencontre en très grand nombre

des fragments de roche calcaire, des débris de stalactites et des morceaux de plancher stalagmitique, répartis de façon désordonnée dans un sable argilo-limoneux de couleur gris foncé (E.41) très plastique et collant. L'ensemble présente un aspect chaotique qui pourrait être le fait du remaniement des dépôts, au fur et à mesure de leur mise en place, par le passage répété des Ours ; c'est en effet de ce dépôt que provient la plus grande partie des ossements de cet animal récoltés par F. PRAT.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm donne une courbe cumulative superposable à celle qui caractérise le sédiment fin de l'ensemble A-B-C (Pl. 94). Les carbonates y sont néanmoins plus abondants, et appartiennent à la fraction sableuse et à la fraction colloïdale.

Couche N : Epaisseur maximale : 0,05 m

Sédiment présentant des propriétés texturales identiques à celles du matériel fin de la couche M, mais de couleur brun-jaune. Les fragments de roche calcaire et les débris de stalactites y sont absents.

Contient également de nombreux restes d'Ursidés.

Couche O : Epaisseur maximale : 0,25 m

Plancher stalagmitique décomposé, se présentant le plus souvent sous la forme d'un "tuf" peu consistant, de couleur jaune pâle (A.82). On y reconnaît cependant de véritables stalagmites en position verticale. Cette formation est localement démantelée.

Couche P : Epaisseur maximale : 0,04 m

Base de la couche O, composée d'aiguilles de calcite non altérée.

Couche P' : Epaisseur maximale : 0,15 m

Argile sablo-limoneuse de couleur brun-jaune, comportant près de 50% de particules de diamètre inférieur à 0,002 mm, dans lesquelles la plus grande partie de la composante carbonatée (25%) est localisée.

Contient de rares vestiges d'Ours.

Couche Q : Epaisseur maximale : 0,10 m

Sable argilo-limoneux (Md = 0,130 mm), assez bien classé dans le domaine des sables fins (Hé = 1). Les carbonates y sont peu abondants, mais appartiennent à toutes les classes granulométriques du sédiment.

Contient quelques ossements d'Ursidés.

Couche R : Epaisseur maximale : 0,20 m

Sédiment essentiellement sableux, dans lequel les particules de diamètre inférieur à 0,002 mm ne comptent que pour 18%. Le matériel donne une courbe cumulative régulière caractérisant un sédiment beaucoup mieux trié que dans les dépôts sus-jacents (Hé = 0,55) (Pl. 94). Les carbonates ne représentent que 7% du matériel.

La limite inférieure de ce dépôt est brutale et très ondulée ; on y reconnaît des manifestations de ravinement.

Cette couche contient encore de rares vestiges d'Ours des cavernes.

Couches S et T : 0,04 m

Formation lenticulaire de couleur brun-jaune, soulignant la limite entre les couches R et U.

La couche S présente des caractéristiques identiques à celles de la couche U. La couche T, de même granulométrie, apparaît seulement plus indurée ; cette particularité provient probablement d'un léger concrétionnement secondaire, les carbonates y étant un peu plus abondants (15%) et les sables contenant, avant décarbonatation, quelques agrégats à ciment calcaire.

Couche U : Epaisseur maximale : 0,20 m

Sédiment présentant des propriétés texturales identiques à celles de la couche R, et correspondant vraisemblablement à un même mode de dépôt.

Sa couleur est brun-jaune (E.64).

Couche V :

Elle constitue le terme le plus profond du remplissage mis au jour par les travaux de fouilles. Elle a été entamée sur une épaisseur de 0,40 m. Le sédiment est le même que celui de la couche U, mais s'en différencie néanmoins par une couleur rouge-jaune (E.58) caractéristique.

Les couches U et V sont azoïques.

II - INTERPRETATION

Nous sommes en présence, dans le diverticule I de la grotte de Font de Gaume, d'un remplissage de nature exclusivement alluviale concernant un secteur éloigné du débouché du réseau karstique. Les influences climatiques extérieures y ont été forcément atténuées et les manifestations de cryoclastie inexistantes.

Aussi, si les résultats de la granulométrie et de la calcimétrie nous permettent de dégager, dans les grandes lignes, les caractéristiques générales de la sédimentation, nous est-il impossible d'en saisir la signification climatique.

Quatre coupures majeures, dans la stratigraphie, traduisent probablement quatre étapes principales dans l'édification des dépôts.

- La première coupure correspond au ravinement qui a affecté la couche U.
- La deuxième est indiquée par la formation d'un plancher stalagmitique sur la couche P'.
- La troisième se marque également par un plancher stalagmitique qui scelle la couche E.
- La dernière coupure enfin correspond à l'important ravinement qui a affecté le remplissage, postérieurement à la formation du plancher D.

Quatre ensembles sédimentaires se trouvent ainsi isolés, à l'intérieur desquels les données de la granulométrie et de la calcimétrie permettent de distinguer plusieurs séries de niveaux qui correspondent, sans doute, à autant de variations climatiques extérieures.

. Les deux premiers ensembles, qui correspondent respectivement aux couches V-U et R-Q-P', traduisent le résultat de ruissellements réguliers.

. Le troisième regroupe des dépôts de texture variée (couches M à E), mais le plus souvent caractérisés par une composante argileuse plus importante ; ils sont le résultat d'une sédimentation plus calme, où l'on reconnaît des phases d'inondation et de décantation successives.

. Le quatrième enfin (formation A-B-C), correspond en totalité aux remaniements de dépôts antérieurs.

En l'absence des arguments géologiques habituellement utilisés dans l'interprétation des dépôts d'entrées de grottes, et en l'absence d'une association faunistique significative, nous ne pouvons proposer une datation précise des dépôts.

La présence de quelques éclats de silex récoltés dans la couche K, et dans lesquels F. BORDES a reconnu les caractéristiques de débitage des industries moustériennes, constitue le seul élément permettant de dater le dépôt correspondant du Würm ancien sensu lato. Sans doute pourrait-on voir, dans le plancher O, une manifestation de l'interglaciaire Riss-Würm, et dans le plancher D, celle de l'interstade Würm I - Würm II. Les dépôts du Würm II feraient alors défaut puisque la présence de quelques outils du Paléolithique supérieur, dans la formation A-B-C, permet de rapporter sa mise en place au Würm récent.

Ces considérations peuvent seulement constituer une hypothèse de travail, et demanderons confirmation à la lumière de nouvelles recherches.

ETUDE DU REMPLISSAGE DE LA GALERIE PRINCIPALE

Des fouilles y ont été effectuées par F. PRAT au cours de l'hiver 1967-1968, dans le but d'abaisser le sol foulé par les visiteurs de la grotte. Elles ont eu lieu dans la deuxième partie de la galerie, entre le carrefour et la petite salle des bisons. Le remplissage a été entamé sur une profondeur variant de 0,10 à 1,25 m environ.

Le matériel lithique et paléontologique recueilli au cours de ces fouilles a été publié par F. PRAT et D. de SONNEVILLE - BORDES (1969).

I - STRATIGRAPHIE

Huit couches principales ont été distinguées (Pl. 95).

Couche 0 :

Castine récemment répandue.

Couche 1 :

Argile tassée par les visiteurs.

Couche 2 :

Débris calcaires provenant également d'un aménagement récent du sol de la grotte.

Couche 3 : Epaisseur maximale : 0,10 m

Sable argilo-limoneux faiblement plastique, de couleur brun foncé (H.63), contenant des débris de roche calcaire de petite taille, très émoussés et friables, ainsi que des fragments de stalactites. Les graviers y sont abondants et contiennent de nombreux éléments de quartz et des pisolites ferro-manganiques roulées.

La faune récoltée à ce niveau comprend le Renne dominant, l'Ours des cavernes, le Bouquetin, le Cheval, un os de Bovidé, le Loup et une molaire humaine.

L'industrie présente les caractéristiques d'un Aurignacien typique.

Plancher stalagmitique St

La couche 3 repose localement sur un plancher stalagmitique de faible épaisseur, fréquemment démantelé au milieu de la galerie, et plus épais le long des parois.

Couche 4 : Epaisseur maximale : 0,06 m

Sable argileux faiblement limoneux, légèrement plastique, de couleur brun-jaune (E.54) ; contient de rares fragments de roche calcaire roulés, très friables, ainsi que, parmi les graviers, de nombreux éléments ferromanganiques. Localement, le sédiment apparaît plus induré.

La transition avec la couche 5 sous-jacente est variable selon les secteurs ; au niveau du carrefour, la couche 4 pénètre dans la partie supérieure de la couche 5, y dessinant des rigoles de 30 cm de large sur 10 cm de profondeur, parallèles à l'axe de la galerie. Ailleurs, la limite est moins ondulée ; elle est soulignée par un mince horizon concrétionné, de couleur noire.

Couche 5 : Epaisseur maximale : 0,15 m

C'est une formation généralement homogène de sable argilo-limoneux brun jaune (E.63), englobant de très nombreux agrégats concrétionnés et de rares débris de stalactites.

Localement, et plus particulièrement à proximité du carrefour, nous avons pu subdiviser cet ensemble en deux niveaux :

Niveau 5a, de couleur brun-jaune (E.63)

Niveau 5b, de couleur brune (E.54).

La limite entre ces deux niveaux est soulignée par une légère induration du sommet de 5b.

A dix mètres environ du carrefour, la distinction des couches 4 et 5 est devenue impossible. F. PRAT y a reconnu une formation quelque peu différente (4-5), qu'il a été parfois possible de subdiviser en deux niveaux :

- Un niveau supérieur, 4-5 a, composé de sable argilo-limoneux, de couleur jaune clair, parfois concrétionné, et recouvert par endroits d'une pellicule stalagmitique, désagrégée vers le centre et la moitié gauche de la galerie.
- Un niveau inférieur, 4-5 b, contenant aussi un sédiment sablo-argilo-limoneux, mais de couleur plus sombre, et plus franchement argileux que dans le niveau sus-jacent.

Les couches 4,5 et la formation 4-5 ont livré, en abondance, des restes d'Ours des cavernes très souvent entiers et peu endommagés, ainsi que du Renard et du Bouquetin. En outre, dans une zone située à 14 mètres environ du carrefour, la formation 4-5 contenait des silex taillés appartenant au Périgordien inférieur à pointes de Châtelperron.

Couche 6 : Epaisseur maximale : 0,12 m

Sable argileux peu limoneux, de couleur brun foncé (H.52), très meuble, contenant de très nombreux débris de stalactites et stalagmites altérés et corrodés et, vers la base, des éléments plus plats, également altérés, provenant probablement du remaniement du plancher sous-jacent.

Couche 7 : Epaisseur maximale : 1 m

Plancher stalagmitique hétérogène subdivisé en plusieurs niveaux :

Niveau 7a : Plancher stalagmitique cristallisé, avec intercalations argileuses et sableuses renfermant quelques ossements de Lapin (Oryctolagus).

Niveau 7b : Plancher stalagmitique décomposé, formant un banc continu de 0,10 m d'épaisseur, et de couleur blanc-jaunâtre.

Niveau 7c : Niveau durci constitué essentiellement de petits éléments calcaires.

Niveau 7d : Sable meuble avec quelques éléments calcaires.

Niveau 7e : Plancher décomposé, se délitant facilement en paillettes.

Niveau 7f : Niveau induré.

Niveau 7g : Plancher décomposé, se délitant facilement en paillettes.

Niveau 7h : Banc composé de feuillets épais et très durs.

Niveau 7i : Plancher décomposé, se délitant en paillettes.

Couche 8 :

Sable faiblement limoneux et argileux, compact, de couleur brun-jaune (E.63).

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

Notre étude a porté principalement sur le sédiment fin.

Les couches 4,5 et la formation 4-5 ont fait l'objet de deux études séparées pour tenter d'établir une corrélation entre les deux dépôts. L'analyse des sédiments prélevés par F. PRAT, dans les différents niveaux de la couche 7, n'a pas encore été abordée.

Couche 8 :

Les fragments de roche calcaire y représentent environ 15% du matériel analysé. Il s'agit exclusivement d'éléments très émoussés et très friables, dont le diamètre dépasse rarement 30 mm.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argilo-limoneux (Md = 0,110 mm) ; la courbe cumulative qui le caractérise indique un assez bon classement de la fraction sableuse entre 0,200 et 0,100 mm (Hé = 0,70).

Les carbonates entrent pour 17% dans la composition de ce matériel ; ils sont localisés, pour une faible part, dans les sables grossiers, sous la forme de petits débris de roche calcaire, et constituent plus de la moitié des colloïdes.

Les grains de quartz n'ont subi qu'un faible façonnement au cours de leur transport, puisque les émoussés-luisants-ne représentent que 17% de ces éléments ; le reste de la fraction voisine de 0,7 mm comprend presque exclusivement des irréguliers-luisants et de très rares grains ferromanganiques.

Il est donc probable que les phénomènes de ruissellement, qui sont à l'origine de ce dépôt, ont été assez faibles et se sont manifestés sur une courte distance.

Couche 6 :

Les éléments de diamètre supérieur à 10 mm entrent pour près de 25% dans la composition de l'échantillon analysé ; ce sont exclusivement des débris de concrétions calcaires, de forme irrégulière, très corrodés et facilement dissociables sous une faible pression. Les granules et les graviers représentent respectivement 8 et 6% du matériel ; il s'agit, là aussi, de débris de concrétions, auxquels s'ajoutent de rares éléments de quartz parmi les graviers.

Le sédiment de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argilo-limoneux (Md = 0,130 mm), très bien trié (Hé = 0,65). Les carbonates représentent 25% de ce matériel ; ils appartiennent davantage à la catégorie des sables que dans le cas précédent, où ils sont concentrés sous forme de petits fragments de concrétions.

Les grains de quartz du type émoussé-luisant sont un peu plus abondants que dans la couche 8 (30%).

Ces différentes caractéristiques permettent de situer la plus grande partie du sédiment de la couche 6 dans le remaniement du plancher 7 sous-jacent.

Couche 5 :

Du point de vue sédimentologique, le sédiment inférieur à 2 mm, prélevé dans les niveaux 5b et 5a, ne présente pas de caractéristiques texturales très différentes. Les sables, les limons et les argiles y représentent respectivement 65 et 64%, 13%, 22 et 23%, la médiane étant

égale à 0,100 mm dans le niveau 5a et 0,105 dans le niveau 5b. Le matériel est assez bien classé : Hé = 0,80 dans les deux cas, sur sédiment brut.

Les carbonates forment 23% du matériel dans le niveau 5b et 21% dans le niveau 5a. Dans le niveau 5b, ils appartiennent, pour une très faible part, à la fraction sableuse sous la forme de petits agrégats concrétionnés, mais sont surtout localisés dans la fraction inférieure à 0,002 mm. Après traitement à l'acide, le taux des colloïdes apparaît plus important dans le niveau 5b (15%) (Pl. 96) que dans le niveau 5a (11%)(Pl. 97).

Les pourcentages des grains de quartz du type émoussé-luisant sont en très nette progression par rapport à leurs valeurs dans la couche 6, et sont voisins, dans les deux cas, de 55%.

Couche 4 :

Le sédiment de diamètre inférieur à 0,002 mm, provenant de cette couche, est, à première vue, très proche par ses caractéristiques granulométriques de celui des niveaux 5a et 5b.

Avant décarbonatation, les sables y représentent 66% du matériel, les limons 11% et les argiles 23% ; la médiane est égale à 1,20 mm.

Plusieurs différences, mineures mais significatives, doivent néanmoins être prises en considération.

La comparaison des courbes cumulatives met en évidence une plus forte teneur du sédiment inférieur à 2 mm en sables fins, ce qui, du point de vue graphique, se matérialise par un plus fort redressement de la courbe entre 0,150 et 0,100 mm (Pl. 97) ; la valeur de l'indice d'hétérométrie s'en trouve diminuée (Hé = 0,70 contre 0,80 dans le niveau 5a).

Les carbonates ne représentent que 16% du matériel (contre 21 et 23% dans les deux niveaux sous-jacents), et sont seulement localisés dans la fraction inférieure à 0,002 mm.

La fraction sableuse ne contient que 36% de grains de quartz émoussés-luisants.

La présence de rares éléments ferrugineux parmi les sables grossiers, indique qu'une faible partie de ce matériel provient du remaniement de formations rubéfiées, sans doute sidérolithiques.

Formation 4-5 :

Plusieurs arguments nous permettent de rapprocher les niveaux 4-5a et 4-5b des niveaux 5a et 5b :

- Les courbes cumulatives du sédiment inférieur à 2 mm des niveaux 4-5a et 4-5b sont en tous points superposables à celles des niveaux 5a et 5b (Pl. 96). Elles se différencient de celle de la couche 4 par une plus faible teneur en sables fins, ce qui se manifeste par un moindre redressement de la courbe entre les mailles 0,150 et 0,100 mm. L'indice d'hétérométrie est voisin de 0,80.

- Le taux des carbonates est respectivement de 20% et 23% dans les niveaux 4-5a et 4-5b, et 21 et 23% dans les niveaux 5a et 5b. Leurs valeurs n'étaient que de 16% dans la couche 4.

- Enfin, dernier argument, la proportion des grains émoussés-luisants est de 48% alors qu'elle est de 55% dans les niveaux 5a et 5b, et 36% seulement dans la couche 4.

Nous conclurons donc à l'identité des niveaux 5b et 4-5b d'une part, et 5a et 4-5b d'autre part, et à l'absence de la couche 4 à proximité de la salle des bisons.

Couche 3 :

Comparées aux caractéristiques sédimentologiques des dépôts sous-jacents, celles de la couche 3 sont fondamentalement différentes.

Les éléments de diamètre supérieur à 10 mm forment près de 40% de l'échantillon. Ce sont, pour la plupart, des galets de roche calcaire, très émoussés, dont le diamètre peut atteindre 50 mm. Les concrétions calcaires, dans lesquelles on peut reconnaître des débris de plancher stalagmitique, y sont également abondantes.

La catégorie des granules et des graviers (respectivement 5% et

9%) comporte également des débris de roche calcaire roulés et des fragments de concrétions, mais aussi de nombreux grains de quartz et des pisolites ferromanganiques ou gréso-ferrugineuses ; ces derniers éléments forment 32% de la fraction comprise entre 0,5 et 0,2 mm.

Le matériel de diamètre inférieur à 2 mm est un sable argilo-limoneux, comportant une très forte proportion de sables grossiers (55% sont compris entre 2 mm et 0,200 mm). Il s'agit, pour la plupart, de particules de roche calcaire. La très forte proportion des carbonates (38%) est liée à la présence de ces éléments puisque, après décarbonatation, les particules de 2 mm à 0,200 mm ne représentent plus que 15% de la catégorie des sables.

La courbe cumulative qui caractérise le matériel brut est représentative d'un sédiment très mal classé (Pl. 98) : l'indice d'hétérométrie est égal à 1,40 dans la partie la plus redressée de la courbe.

Il est donc probable que la plus grande partie du sédiment de la couche 3 a été entraînée dans la grotte par ruissellements diffus ou par solifluxion ; la présence d'une très grande abondance d'éléments d'origine allochtone, parmi les sables, comme dans les graviers, confirme cette interprétation.

Précisons enfin qu'un second échantillon, prélevé à proximité de la salle des bisons, dans le niveau archéologique qui se superpose à la formation 4-5, présente des caractéristiques similaires : le sédiment correspondant appartient donc bien à la couche 3 telle qu'elle a été définie à proximité du carrefour.

III - SIGNIFICATION CLIMATIQUE ET DATATION DES DEPOTS

Comme dans le diverticule, nous nous trouvons ici dans un secteur éloigné de l'entrée de la grotte ; les influences climatiques y ont été également atténuées, et nous ne disposons pas des éléments utilisés habituellement dans l'interprétation climatique des dépôts d'abris ou d'entrées de grottes.

Les dépôts de la galerie principale de Font de Gaume témoignent donc tous d'une sédimentation de nature alluviale, mais dont les manifestations ont été suffisamment variées pour y reconnaître le résultat de six évènements climatiques principaux :

1 - Erosion du plancher 7 sous l'action d'un courant violent, donnant naissance à la couche 6.

2 - Mise en place de la couche 5 et de la formation 4-5, dont nous avons démontré qu'ellesappartiennent à un même dépôt, par ruissellement plus régulier.

3 - Ravinement local de la couche 5 près du carrefour, et léger concrétionnement du sommet de la formation 4-5 près de la salle des bisons.

4 - Mise en place de la couche 4 par ruissellement régulier.

5 - Formation d'un mince plancher stalagmitique sur la couche 4.

6 - Dépôt de la couche 3 par ruissellements diffus, à partir d'éléments d'origine allochtone.

La présence du Bouquetin, que F. PRAT attribue à des conditions climatiques assez rudes (in R. LAVOCAT, 1966, p. 298), dans les couches 5-4 et 3, et celle d'une forte proportion de Rennes dans la couche 3, permettent d'accorder à ces dépôts une signification glaciaire.

L'appartenance des industries des couches 5 et 4 au Périgordien ancien à pointes de Châtelperron, et celles de la couche 3 à l'Aurignacien typique, ainsi que les corrélations que nous pouvons établir entre les six évènements que nous avons décelés, et ceux qui ont marqué le début du Paléolithique supérieur dans d'autres gisements, permettent d'y reconnaître les premières manifestations du troisième stade würmien.

C'est là un point de vue que nous développerons plus en détail après avoir étudié le remplissage des abris de Caminade, du Roc de Combe et du Piage.

L'âge du plancher stalagmitique 7 est encore indéterminé. Il nous semble trop épais pour appartenir à l'interstade Würm II - Würm III. Nous y verrions plutôt une manifestation locale de l'interglaciaire Riss-Würm et l'équivalent stratigraphique du plancher 0 de la galerie principale.

Toute tentative de corrélation entre les deux loci de la grotte serait, néanmoins, prématurée.

C H A P I T R E VII

L'ABRI CAMINADE

L'abri sous roche de Caminade est situé dans les assises de calcaire coniacien qui affleurent sur le flanc sud-ouest du plateau du Bois de Bontemps, dans la commune de la Canéda.

Il s'ouvre à mi-hauteur du versant et domine la fourche des routes Sarlat-Souillac - Sarlat-Carsac.

La falaise, en hémicycle, d'orientation sud-ouest, est surplombée par un vaste ravin d'érosion, à drainage rapide, encombré d'énormes blocs éboulés. Elle est interrompue vers l'Ouest, par une petite grotte, d'où débouche un chenal d'érosion qui divise le gisement en deux parties: Caminade-Ouest et Caminade-Est (Pl. 99).

Les recherches ont été conduites à l'Ouest, où existe seulement des dépôts à industries aurignaciennes, principalement par B. MORTUREUX, inventeur du gisement, et par F. BORDES. La partie Est a fait l'objet de fouilles systématiques sous la direction de D. de SONNEVILLE-BORDES ; dans cette zone, le remplissage aurignacien surmonte des dépôts à industries moustériennes.

Une première interprétation stratigraphique, ainsi qu'une première étude préliminaire des industries aurignaciennes, ont été données en 1955 par D. de SONNEVILLE-BORDES et B. MORTUREUX. Plus récemment, a été publiée l'étude exhaustive du matériel archéologique recueilli au cours des différentes campagnes de fouilles (SONNEVILLE-BORDES D.de 1970).

Nous avons, par ailleurs, donné un bilan de nos premières prospections géologiques dans ce site en 1967 (LAVILLE H. et SONNEVILLE-BORDES D. de, 1967).

L'interprétation chronologique et climatique des dépôts que nous avions proposée alors, a été, depuis, en tous points confirmée par les résultats des études palynologiques (PAQUEREAU M.M., 1970) et paléontologiques (DELPECH F., 1970).

Lors de nos premières investigations dans ce gisement, notre intérêt s'est porté de préférence sur les formations affleurant dans la zone Est, alors en cours de fouilles. Notre projet de poursuivre nos recherches s'est trouvé contrarié par les bouleversements clandestins dont ont fait l'objet les niveaux archéologiques en 1968.

Nous donnerons donc ci-après le détail de nos recherches dans le remplissage du locus Est de l'abri Caminade.

I - STRATIGRAPHIE - ETUDE DESCRIPTIVE DU REMPLISSAGE (Pl. II et III)

Il y a lieu de distinguer, dans le remplissage de l'abri Caminade-Est, trois ensembles de couches pouvant, eux-mêmes, être subdivisés.

A - Des dépôts stériles, sous-jacents au sol végétal actuel.

B - Des dépôts à industries aurignaciennes.

C - Des dépôts à industries moustériennes.

A - Les dépôts stériles

Les dépôts correspondants ont été décrits sur la coupe frontale qui a été conservée après les travaux de fouilles, à la limite des travées C et D (Pl. 100 et 101).

a - Le sommet de la coupe montre, sur une épaisseur de 0,50 m, une formation sableuse de couleur brun-jaune, de structure grenue fine,

peu cohérente, enrobant de nombreux éboulis calcaires de dimensions variées, très émoussés. Ces dépôts, à l'endroit où ils ont été décrits, supportent la végétation actuelle. Il s'agit là de produits sub-actuels de décomposition de la roche calcaire (terra fusca), collectés par le versant d'érosion qui domine le gisement. Aucune amorce de profil pédologique n'y est décelable ; les phénomènes de lessivage et de dissolution y sont pourtant suffisamment marqués pour que se forment, autour des racines de la végétation actuelle, des manchons de calcaire diffus.

b - Au-dessous se place, sur 1,50 m environ, une couche stérile en matériel archéologique, encore légèrement chargée en éboulis au sommet, mais en devenant totalement dépourvue vers la base. L'ensemble, très caractéristique, se présente comme une formation sableuse brune, dans laquelle on distingue très nettement des vestiges de racines calcifiées, extrêmement nombreuses à mi-hauteur de la couche.

Dans ces dépôts, un profil pédologique est décelable ; il peut être sommairement décrit comme suit :

Horizon A2 : Sédiment sablo-argileux jaune-brun. Structure sub-anguleuse à anguleuse moyenne, faiblement développée.

Horizon (B): Sable argileux jaune-brun. Structure sub-anguleuse à anguleuse moyennement développée.

Horizon C : Sable argileux jaune-brun. Structure grumeleuse à grenue.

La différenciation texturale d'un horizon A2 (B) permet d'interpréter ce profil fossile comme celui d'un sol brun calcaire. Son sommet est, en partie, masqué par un fort concrétionnement qui peut être mis en relation avec les phénomènes de lessivage qui se manifestent dans les dépôts sus-jacents ; il en résulte une plus forte compacité et une coloration homogène blanchâtre du sédiment.

Immédiatement sous l'horizon C du paléosol, se place une nouvelle formation de 0,10 m d'épaisseur environ, formée de sable argileux jaune-brun, que nous avions considérée comme l'horizon éluvial d'un second paléosol. En réalité, ce dépôt dans lequel apparaîssent des

gravillons de quartz et un matériel argileux frais, est, nous le verrons, postérieur à la pédogénèse qui, dans cette zone, a affecté la couche D2 sous-jacente.

B - Les dépôts à industries aurignaciennes

A l'extrême Est de la station, où les formations stériles avaient été évacuées avant notre intervention, les dépôts que nous venons de décrire étaient remplacés par "d'énormes éboulis thermoclastiques concrétionnés stériles, reposant directement sur le remplissage aurignacien en avant de l'abri" (SONNEVILLE-BORDES D. de, 1970, p. 79).

Dans cette zone, la stratigraphie se poursuit de la façon suivante (Pl. 102) :

Couche D1 : 0,15 m

Sable argileux brun-jaune, associé à des éboulis de diamètre moyen. Ce dépôt, inconstant, présente une limite inférieure irrégulière dont les ondulations évoquent des rigoles de ravinement de 0,10 m de profondeur, parallèles à l'axe de la falaise. Il contient de rares silex attribuables à l'Aurignacien. Ces figures d'érosion ne peuvent, à priori, être mises en relation avec la présence de graviers de quartz qui, sur la coupe frontale, soulignent le sommet du remplissage aurignacien ; c'est là, cependant, un point important sur lequel nous reviendrons.

Couche D2 : 0,40 m

Sur les deux coupes actuellement visible (frontale et sagittale), la couche D2 est une formation homogène de sable argileux brun foncé, auquel sont associés des graviers de quartz et quelques pisolites de fer qui deviennent de plus en plus fréquents vers l'Ouest du gisement. Des traces d'os calcinés situées, les unes dans la partie supérieure du dépôt, les autres vers la base, indiquent la position des niveaux archéologiques D2s et D2i, rapportés à l'Aurignacien II.

Couche E : 0,15 m

Masse de petits éboulis et de granules calcaires très émoussés, inclus dans une matrice sablo-argileuse brun foncé, remontant légèrement du Nord vers le Sud, et venant buter vers l'avant contre de gros éboulis émoussés et concrétionnés. Eboulis et granules se présentent généralement comme de petits éléments de faible densité, de texture très lacunaire, dont les pores sont colmatés par un ciment argileux; localement, ils sont pris dans un contexte plus cohérent, faiblement concrétionné.

Vers la base, ces éléments, toujours très émoussés, deviennent plus volumineux et cohérents, et atteignent parfois le sommet de la couche G.

Le plus souvent non fossilifère, la couche E contient cependant de rares silex provenant du remaniement de la couche F.

Couche F : 0,25 m

Vers le Nord-Est, la couche E disparaît brusquement et fait place à un dépôt sablo-argileux, de couleur rouge-jaune, contenant des éléments calcaires complètement altérés, et qui ne subsistent au sommet que sous forme de "fantômes". Ces éléments,qui forment des taches sableuses claires sur le fond plus sombre du sédiment interstitiel, sont parfois disposés en cuvettes. Vers le Sud-Ouest, le sommet de F comporte encore des granules et des graviers qui deviennent concrétionnés à la base du dépôt. La couche F contient un niveau archéologique attribué à l'Aurignacien I.

Couche G : 0,25 m

Elle constitue le terme le plus profond des dépôts aurignaciens. Elle consiste en éboulis volumineux, généralement plus anguleux, localement soudés entre eux par des éléments plus petits, fortement concrétionnés. Le contexte est un sable faiblement argileux, de couleur rouge-jaune, de consistance ferme, par suite du concrétionnement secondaire dont il a été l'objet.

Dans toute la partie du site qui correspond à un ressaut rocheux qui court plus ou moins parallèlement à l'axe de la falaise, la couche G tantôt repose directement sur la roche en place, tantôt en est séparée par un sédiment sableux provenant de la décomposition de la roche calcaire.

A l'extrême Est du gisement, la couche G repose directement sur les dépôts moustériens, et épouse les ondulations qui en marquent le sommet.

Par contre, dans la zone moyenne, délimitée par les lignes 8, 11 et C du carroyage, que nous n'avons malheureusement pas eu l'opportunité d'étudier, "les nivevux aurignaciens, pratiquement horizontaux, tant sur la coupe frontale que sur la coupe sagittale, étaient séparés du sommet des niveaux moustériens par un niveau stérile de sables et de blocailles d'environ 0,20 m d'épaisseur "(SONNEVILLE-BORDES D. de, 1970, p. 83).

La couche G contient, comme la couche F, un niveau archéologique daté de l'Aurignacien I. Signalons toutefois la mise au jour, à la base de la couche G, et dans le carré de fouilles C3, de deux pointes de Châtelperron.

Sur toute l'épaisseur des couches D2 et F, on distingue très nettement le résultat de phénomènes de pédogénèse qui sont intervenus postérieurement à la mise en place de ces dépôts.

Ainsi que nous l'avons dit, nous avions assimilé à un horizon A2 la formation de sables et de graviers qui se place entre l'horizon C du premier paléosol et le sommet de la couche D2. Il s'agit en réalité d'un dépôt postérieur à la formation du sol. De celui-ci ne subsistent, sur la coupe frontale où ils ont été décrits, que les horizons plus profonds.

Horizon B textural : 0,10 m

Sable argileux brun foncé. Structure subanguleuse, devenant anguleuse à la base, moyennement développée. Sédiment collant, plastique à l'état humide, ferme à l'état sec. Contient, en son sommet, des taches de dégradation de couleur brun-vif, anastomosées, à contours nets, ainsi que quelques traces de racines calcifiées.

Limite inférieure graduelle, régulière. Cet horizon correspond aux limites de la couche D2. Il englobe les niveaux archéologiques D2s et D2i.

Horizon C : 0,25 m

Sable argileux brun foncé. Structure subanguleuse moyennement développée. Sédiment collant, peu plastique, ferme. Contient des "fantômes" d'éboulis de texture sableuse et de couleur rouge-jaune. Ces "fantômes" font place de façon graduelle, vers la base, à des éboulis plus consistants, très émoussés.

Limite inférieure distincte. Présence du niveau archéologique F.

La teneur en carbonates des fractions de diamètre inférieur à 2 mm, dans l'horizon B, dépasse rarement 4%. La permanence de ce faible pourcentage de carbonates pouvant être liée à la présence, dans les échantillons analysés, de vestiges de racines calcifiées postérieurement, on peut considérer que la décalcification du sédiment est entièrement réalisée. Ce profil pédologique peut donc être interprété comme celui d'un sol brun, calcaire.

Immediatement sous l'horizon C du paléosol décrit ci-dessus, se placent des dépôts d'origine cryoclastique, qui contiennent le niveau archéologique G. Ces formations se distinguent des dépôts sus-jacents par la plus grande abondance des éboulis et par la morphologie plus anguleuse de ceux-ci. Le contexte interstitiel, sableux, faiblement argileux, de couleur rouge-jaune, de structure grenue, est localement très concrétionné. La limite de cette couche est brutale et régulière.

C - Les dépôts à industries moustériennes.

D'une épaisseur moyenne de un mètre, les dépôts à industries moustériennes occupent une petite terrasse en contrebas du ressaut qui interrompt le sol rocheux de l'abri, parallèlement à l'axe de la falaise. Le palier supérieur est occupé, nous l'avons vu, par les couches aurignaciennes. Le palier inférieur contient les dépôts moustériens, ceux-ci

étant, par ailleurs, surmontés par les dépôts aurignaciens.

Vers l'Ouest, en direction du petit chenal d'érosion qui divise le gisement, le sol rocheux présente un fort pendage. Les couches moustériennes y sont fortement érodées ou même totalement détruites. En avant, en direction du Sud-Ouest, la pente devient très raide vers la vallée ; les dépôts disparaîssent et la roche en place affleure, délitée en blocailles ou recouverte d'une mince pellicule de terre végétale.

Constitués essentiellement d'éboulis noyés dans un sable argileux rougeâtre, les dépôts moustériens ont été affectés, postérieurement à leur mise en place, par des phénomènes de pédogénèse. Les modifications postpédogénétiques subies par ces dépôts (érosion et concrétionnement) ne permettent pas de qualifier très précisément ce sol fossile que l'on pourrait toutefois classer dans le groupe des sols calcaires brunifiés.

Au vu de leurs caractéristiques texturales, ces formations peuvent être décrites de la façon suivante (Pl. 102 et 103) :

Couche M3 : 0,65 m

a - Immédiatement sous-jacente aux dépôts aurignaciens, la couche M3 se distingue de ceux-ci par la présence, à son sommet, d'éboulis calcaires très émoussés, souvent à l'état de "fantômes", dans un contexte de sable argileux.
Ces "fantômes" font place très rapidement à des éboulis abondants, volumineux et émoussés, fortement concrétionnés. Le sédiment interstitiel est un sable argileux rouge-jaune. Sa structure est subanguleuse à anguleuse, moyennement développée. Il est légèrement plastique à l'état humide, ferme à l'état sec. La limite inférieure est graduelle, régulière. Epaisseur : 0,30 à 0,40 m.
A l'extrême sommet, se situe un niveau archéologique diffus, dénommé M3+. Plus bas, apparaît un second niveau : M3s.

b - A cette formation, succède un mince niveau de 0,10 m d'épaisseur à l'avant du remplissage, et venant mourir en biseau au niveau

de la travée B. Il s'agit d'un sédiment de même texture et de même structure que celui qui caractérise les dépôts sous-jacents, mais nettement différenciable sur la coupe par la moindre abondance des éboulis. La limite inférieure est graduelle, régulière.

c - Le niveau sous-jacent, de 0,10 à 0,20 m d'épaisseur, selon les endroits, est formé d'un sédiment plus fortement chargé en éboulis calcaires plus nombreux et plus volumineux. Le contexte est un sable argileux peu plastique et de consistance ferme. La limite inférieure est brutale et régulière.
Il contient un troisième niveau archéologique diffus : M3b.

Couche M2 : 0,20 m

C'est une formation pauvre en éboulis, épaisse d'une vingtaine de centimètres à l'avant de l'abri, et venant mourir en sifflet sur le sol rocheux à la limite des travées B et C.

Les éboulis, peu nombreux au sommet de la couche, disparaîssent presque totalement dans la partie moyenne, et ne subsistent à la base que sous la forme de "fantômes". Le contexte est un sable argileux rouge-jaune, de structure anguleuse. C'est un sédiment collant mais peu plastique.

Au sommet de la couche se situe une zone de concentration en silex, parfois en position oblique ou verticale, associés à quelques traces de foyer (M2 sommet) ; vers la base, des charbons épars et des silex disposés à plat soulignent le niveau archéologique M2 base.

Couche M1 : 0,20 m

La base du remplissage à industrie moustérienne est formée d'éboulis calcaires, soudés les uns aux autres par un ciment carbonaté. Vers le bas, apparaîssent des granules et des graviers qui forment la quasi totalité du sédiment sur le sol rocheux. L'épaisseur de cette couche est de 20 centimètres. Le sédiment interstitiel, lorsqu'il n'est pas concrétionné, est un sable argileux jaune-rouge, de structure grenue à grumeleuse, fine.

Au sommet, de rares silex, parfois ébréchés, forment le niveau archéologique M1 sommet. Vers la base, les silex plus abondants, pour la plupart légèrement concassés, marquent le niveau archéologique M1 base.

En avant de l'abri et au niveau de rupture de pente, le sol rocheux est immédiatement surmonté par une mince pellicule de 0,02 à 0,03 m de sable limono-argileux, jaune-rouge, présentant à l'état humide les propriétés texturales d'une argile plastique et collante.

D'après D. de SONNEVILLE-BORDES (1970), l'attribution archéologique des différents niveaux moustériens est la suivante :

M1 base et M1 sommet : Moustérien typique.

M2 base, M2 sommet, M3 base et M3 sommet : Moustérien de type Ferrassie.

M3 sommet + : Moustérien de type Quina.

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

Nous avons donné, en 1967, les résultats d'une première série d'analyses effectuées sur des échantillons prélevés en deux points du gisement :

- A l'extrême Est de la coupe frontale (carré C 10) pour les dépôts stériles et les dépôts aurignaciens,
- Sur la coupe sagittale (carré A 12) pour le remplissage moustérien.

Le regroupement des résultats de ces analyses sur des diagrammes communs nous avait permis de proposer une première interprétation chronologique et climatique du remplissage.

Nous rappellerons donc, ci-après, le détail de nos premières observations.

Nous y ajouterons les résultats de nouvelles investigations

effectuées depuis lors. Elles concernent l'analyse de sédiments prélevés, en cours de fouilles, sur les dépôts moustériens et aurignaciens dans la travée 11, ainsi que celles réalisées sur le remplissage aurignacien et les dépôts stériles, à l'extrême ouest de la coupe frontale (carré C 9).

1° - Granulométrie globale (Pl. 104, n° 1).

- Dépôts moustériens

Le premier échantillon analysé correspond au mince niveau stérile qui repose directement sur le sol rocheux, à l'avant du remplissage.

Les fractions grossières (100 mm - 10 mm) y sont absentes et le sédiment apparaît surtout composé de particules de diamètre inférieur à 2 mm.

La couche M1 sus-jacente se caractérise par l'apparition des éboulis. Encore faiblement représentés à la base, ils deviennent progressivement plus fréquents vers le sommet de la couche où ils forment plus de 50% de l'échantillon analysé. Cette évolution se réalise principalement au détriment des fractions inférieures à 2 mm, bien que se manifeste sur le diagramme une très nette avancée des éléments de diamètre compris entre 10 mm et 2 mm. Ces éléments correspondent aux granules et aux graviers dont nous avons évoqué la présence à ce niveau, niveau dans lequel, rappelons-le, les silex portent fréquemment des traces de concassage.

Au niveau de la couche M2, les éléments de diamètre supérieur à 10 mm deviennent moins nombreux, parallèlement à un appauvrissement des fractions moyennes. Signalons ici que, contrairement à ce qui se réalise au sommet de la couche M3, la présence de cailloux très altérés ("fantomes"), localisés ici à la base de la couche, ne se traduit pas par une augmentation du pourcentage de graviers. Il est vraisemblable que l'altération a porté ici sur des éléments de faible diamètre, qui ont totalement disparu par dissolution de leur ciment carbonaté.

La couche M3 se révèle, dans son ensemble, considérablement plus riche en éboulis que les formations sus-jacentes. Représentant 40% du sédiment à la base de la couche, les cailloux régressent ensuite légèrement dans le niveau archéologique M3 base. Ils deviennent enfin progressivement plus abondants, pour atteindre un pourcentage maximal au sommet des dépôts à industries moustériennes. Ils entrent pour près de 50% dans la composition globale du sédiment, et encore, l'analyse ne tient-elle pas compte des éboulis "fantômes" dont nous avons signalé la présence à ce niveau. A ce sujet, il est intéressant de noter la présence d'une plus forte proportion d'éléments de 10 à 2 mm au sommet de la couche M3 ; granules et graviers représentent vraisemblablement ici les résidus d'éboulis plus volumineux, non totalement détruits par l'altération dont a été le siège le sommet du remplissage moustérien.

- Dépôts aurignaciens

C'est à la base de la couche G que le sédiment apparaît le plus grossier, puisque 60% de l'échantillon analysé consiste en éléments de diamètre supérieur à 10 mm. A mi-hauteur de la même couche, se manifeste une réduction du pourcentage d'éboulis ; elle aboutit à la disparition totale de la fraction correspondante au sommet de la couche F.

Cette seule analyse laisserait donc supposer qu'aucune manifestation de gélivation n'est intervenue dans l'édification de la couche F ; il convient pourtant de rappeler ici l'existence, au même niveau, d'un certain nombre de cailloux calcaires complètement décomposés, dont l'analyse granulométrique globale ne peut évidemment rendre compte. A ce niveau, comme dans la couche M2, l'absence d'une élévation du pourcentage de graviers semble indiquer que les phénomènes d'altération auxquels est imputable la disparition des éboulis, a porté sur des éléments de diamètre primitivement réduit.

La couche E n'existant pas dans la séquence étudiée ici, nous n'en avons pas porté la composition granulométrique sur le diagramme global présenté dans la planche 104. Un échantillon prélevé dans cette

couche, en un autre point du gisement, comporte 45% environ d'éboulis, le reste étant constitué, à parts sensiblement égales, de granules et de particules inférieures à 2 mm.

La couche D2 est totalement dépourvue de fractions grossières. Les particules de diamètre inférieur à 2 mm y sont prépondérantes ; granules et graviers ne forment jamais plus de 5% du matériel.

La couche D1 enfin, échantillonnée en un autre point du gisement, compte à nouveau des éboulis qui constituent près de 40% du sédiment.

- Dépôts stériles

Aucun éboulis n'y apparaît, si ce n'est à l'extrême sommet de la séquence où ils entrent pour 30% dans la composition du sédiment. Rappelons toutefois que les échantillons correspondant à ces dépôts ont été prélevés au fond de l'abri, dans une zone où la proximité de la falaise favorise, de nos jours encore, des phénomènes de lessivage et de dissolution particulièrement actifs. Cette seule analyse ne peut donc rendre compte de la texture primitive du sédiment qui, à l'avant de l'abri, était surtout composé de blocs éboulés.

2° - Analyses sédimentologiques des fractions de diamètre supérieur à 2 mm (Pl. 104, n° 2,3,4 - Pl. 105, n° 1,2)

Les résultats que nous présentons ici concernent uniquement ceux de l'analyse granulométrique de la fraction supérieure à 10 mm, de l'évaluation de la teneur des éboulis en plaquettes, en cailloux gélivés et en concrétions illuviales.

Le calcul de l'indice d'émoussé, pratiqué sur tous les échantillons, n'a fourni aucun résultat qui mérite d'être retenu. La nature du matériau (calcaire gréseux très grossier), les modifications qu'il

a subies pendant ou après sa mise en place par altération, assurent aux éboulis une parfaite homogénéité : à quelques nuances près que nous signalerons, les valeurs de l'indice d'émoussé sont pratiquement constantes. De même, les valeurs de la porosité varient ici de façon aléatoire, sans relation apparente avec les autres données d'analyses, les éboulis étant, dans la plupart des cas, recouverts d'un concrétionnement carbonaté.

- Dépôts moustériens

- Au niveau de la couche M1, une évolution parallèle à l'enrichissement du sédiment en éboulis apparaît dans la composition granulométrique et morphologique de ces éléments.

A la base, seuls les éléments de diamètre voisin de 20 mm sont représentés. On n'y rencontre aucune plaquette ; tous les cailloux sont soit globuleux, soit informes. 15% d'entre eux sont recouverts d'un enduit carbonaté tenace.

Au sommet, par contre, la catégorie des cailloux de 10 à 20 mm ne représente que 20% de la fraction considérée, le reste se répartissant de façon sensiblement égale dans les différents groupes granulométriques jusqu'à la dimension de 10 mm.

Au même niveau, 50% des cailloux de 30 à 60 mm sont des plaquettes, 50% des éléments compris entre 10 et 100 mm sont des cailloux gélivés.

Les fractions moyennes (10 mm à 2 mm) enfin, sont composées de formes très émoussées, fréquemment arrondies, auxquelles sont associés de nombreux agrégats de sables concrétionnés.

- L'amenuisement général des sédiments, au niveau de la couche M2, s'accompagne ici d'une réduction de la taille des éboulis. Toutes les fractions granulométriques comprises entre 10 mm et 60 mm y sont représentées. On note cependant la prolifération des éléments de diamètre inférieur à 40 mm, au détriment des éboulis plus grossiers.

Cette évolution s'accompagne d'un léger appauvrissement en plaquettes et en cailloux gélivés ; il est cependant possible que l'altération dont a été le siège la couche M2, et qui se traduit sur la coupe par la présence de "fantômes", ait détruit la morphologie primitive de ces éléments.

- La couche M3, pour laquelle nous avons indiqué un accroîssement progressif de la grossièreté moyenne du sédiment, se caractérise également par une augmentation de la taille des éboulis et, au sein de cette fraction, de celle du pourcentage de plaquettes. Dimension des cailloux et pourcentage de plaquettes suivent, par ailleurs, très exactement les fluctuations de la granulométrie globale : à une réduction de la taille des éboulis correspond une baisse du pourcentage de plaquettes dans le niveau archéologique M3 base. D'autre part, les cailloux gélivés, présents dès la base de la couche M3, deviennent moins fréquents dans la zone moyenne de la couche M3, pour représenter à nouveau 60% de la fraction correspondante dans le dernier dépôt moustérien.

Dans la même fraction, 35% des cailloux portent des traces de concrétionnement et, dans les fractions moyennes, 25% des granules et des graviers sont formés d'agrégats indurés à ciment calcaire.

Au sommet de la couche M3 enfin, granules et graviers, plus nombreux, sont composés de fragments de roche calcaire, très émoussés mais non arrondis, extrêmement friables.

- Dépôts aurignaciens

Du point de vue granulométrique, les éboulis de la couche G se répartissent en éléments de forte dimension, puisque les fractions de diamètre inférieur à 20 mm ne représentent jamais plus de 10% des éboulis.

Plaquettes de gel et cailloux gélivés abondent au même niveau, formant respectivement 60 et 20% des éboulis.

Les mêmes caractéristiques granulométriques se retrouvent à

la base de la couche F, mais on notera cependant, au même niveau, la disparition totale des plaquettes ainsi que celle des cailloux gélivés. Les cailloux concrétionnés deviennent progressivement moins abondants de la base de la couche G à la base de la couche F, disparaissent presque totalement au sommet de cette même couche, et reprennent à nouveau quelque importance à la base de la couche D2. A tous les niveaux des couches G et F, les fractions comprises entre 5 mm et 2 mm ne comportent que des petits fragments de roche calcaire, émoussés et friables, associés à des agrégats de sables cimentés dont l'évolution suit d'assez près celle des cailloux concrétionnés.

Dès le sommet de la couche F cependant, apparaîssent, parmi les mêmes éléments, des graviers de quartz et des pisolites ferro-manganésifères. Ils ne font qu'une timide apparition à la base de la couche F, mais forment près de 35% des graviers à la base de la couche D2. Nous verrons que la présence de ces éléments allochtones s'accompagne de manifestations granulométriques particulières.

- Dépôts stériles

Seuls les dépôts de l'extrême sommet de la coupe étudiée comportent quelques éboulis d'assez fort diamètre. On n'y rencontre ni plaquette, ni caillou gélivé. Les concrétions calcaires, par contre, y sont abondantes et forment près de 50% de la fraction considérée.

Les fractions moyennes sont principalement constituées de fragments de racines calcifiées. Il s'y ajoute, dans le niveau immédiatement sus-jacent à la couche D2, d'assez nombreux graviers de quartz.

3° - Analyses sédimentologiques des fractions de diamètre inférieur à 2 mm.

a - Granulométrie et morphoscopie

- Dépôts moustériens

Le premier échantillon analysé correspond au mince niveau susjacent au sol rocheux, à l'avant du remplissage.

Le sédiment, défini comme un sable limono-argileux [illegible] (Md = 0,080 mm), se répartit suivant une courbe cumulative à faible inclinaison traduisant le mauvais classement du matériel (Hé = 1,35) (Pl. 106).

Après décarbonatation, on enregistre une forte diminution des sables grossiers, ainsi que des phases limoneuses et colloïdales, ce qui a pour effet de fournir une portion de courbe plus redressée entre 0,30 et 0,10 mm (Md = 0,140 mm - Hé = 0,65).

La courbe cumulative est, alors, pratiquement superposable à celle des autres échantillons du remplissage moustérien.

Le mauvais classement de l'échantillon, sa très forte teneur en fractions limoneuses et colloïdales, peuvent être interprétés comme le produit du remaniement par cryoturbation et solifluxion du matériel tendre de la roche, c'est-à-dire de son ciment calcaire. Cette interprétation doit être rapprochée de la présence, au sein du sédiment, de très nombreux granules et graviers arrondis, ainsi que de silex concassés.

Le sédiment brut de l'ensemble des dépôts moustériens susjacents se définit ensuite, à tous les niveaux, comme un sable argilo-limoneux dont les valeurs de la médiane oscillent entre 0,125 et 0,155 mm.

Les courbes cumulatives du sédiment inférieur à 2 mm, brut, traduisent un sédiment bien classé dans le domaine des sables, dont l'indice d'hétérométrie conserve des valeurs de 0,70 et de 0,85 (Pl.107).

Après décarbonatation, la représentation graphique du résidu

insoluble demeure très proche de celle du sédiment brut (Md voisine de 0,135 mm - Hé voisin de 0,65 et 0,70), encore qu'une légère augmentation des valeurs de l'indice d'hétérométrie se manifeste au sommet du dépôt.

La seule différence notable réside, pour quelques échantillons, en un brusque redressement de la courbe entre les mailles 0,005 et 0,002 mm, indiquant une diminution de la teneur du sédiment en fraction argileuse, formée pour une faible part de colloïdes calcaires. Cette particularité est surtout sensible dans les échantillons correspondant au sommet de la couche M1 et au sommet de la couche M3 qui ont été affectés, postérieurement à leur mise en place, par un concrétionnement secondaire.

Du point de vue de leur morphologie, les grains de quartz sont, pour la plupart, du type émoussé-luisant. Ils sont accompagnés de quelques éléments à surface légèrement chagrinée et de rares échantillons du type subanguleux-luisant. Dans les échantillons provenant des niveaux concrétionnés (couche M1, sommet de la couche M3 principalement), on rencontre également des petites concrétions tubulaires.

L'ensemble des caractéristiques granulométriques et morphoscopiques du sédiment inférieur à 2 mm des dépôts moustériens montre donc que la totalité du matériel tire son origine de la désagrégation de la roche calcaire dans laquelle l'abri s'est creusé. Le bon classement du matériel (exception faite de l'échantillon prélevé à l'extrême base du remplissage, et qui correspond à des manifestations de solifluxions), indique que ces dépôts n'ont été l'objet d'aucun remaniement important contemporain ou postérieur à leur mise en place.

La légère augmentation des valeurs de l'indice d'hétérométrie, qui se manifeste au sommet de la couche M3, pourrait s'expliquer par l'inévitable mélange artificiel qui s'est produit,en cours d'échantillonnage, entre le sédiment interstitiel et les produits de désagrégation des "fantômes" d'éboulis présents à ce niveau.

Les diagrammes granulométriques globaux du sédiment brut et décarbonaté tamisé à 2 mm, où sont isolées les phases sableuses,

limoneuses et argileuses, résument l'évolution de ces trois fractions dans les dépôts étudiés (Pl. 110).

Outre la composition granulométrique très particulière de l'échantillon de base, on notera le léger enrichissement en colloïdes qui se manifeste dans la couche M2, au niveau de laquelle on a mis en évidence une raréfaction des éboulis et la présence de phénomènes d'altération.

Il convient, par ailleurs, d'insister sur la différence qui s'établit entre le pourcentage des éléments colloïdaux au niveau de la couche M1 et dans celui de la même fraction dans les dépôts sus-jacents ; en M1, les colloïdes ne représentent que 16% de la fraction inférieure à 2 mm du sédiment brut, alors que, dans les couches sus-jacentes, leur pourcentage se maintient aux environs de 20%, situant ainsi un horizon d'accumulation nettement individualisé.

On remarquera enfin que les valeurs du pourcentage des colloïdes sont maximales dès le sommet du remplissage moustérien. Cette particularité démontre que les horizons éluviaux du paléosol font ici défaut. La phase pédogénétique qui a affecté les dépôts moustériens a donc été suivie d une phase d'érosion, antérieure à la mise en place des dépôts aurignaciens. Ce fait doit être rapproché des manifestations d'érosion qui, vers l'Ouest du gisement, ont détruit une partie ou la totalité du remplissage moustérien.

Le diagramme global correspondant au sédiment décarbonaté indique la présence d'un pourcentage plus important des colloïdes au niveau de la couche M2, et met en évidence un déplacement vers le bas du gradient formé par la phase argileuse depuis le sommet de la couche M3. Cette évolution confirme la présence, au sommet de la couche M3, d'un ciment calcaire colloïdal, d'origine secondaire.

L'augmentation générale de la teneur du sédiment en fractions limoneuses, après décarbonatation, est due à la diminution relative de la phase colloïdale, alors que les proportions de la phase sableuse demeurent sensiblement constantes.

- Dépôts aurignaciens

La coupure entre les dépôts moustériens et les premiers niveaux aurignaciens s'établit nettement au vu des caractéristiques granulométriques du sédiment inférieur à 2 mm.

Au niveau de la couche G et à la base de la couche F, le sédiment tamisé à 2 mm est un sable faiblement limoneux et argileux, dans lequel les fractions de diamètre supérieur à 0,050 mm représentent 85% du matériel.

Du point de vue graphique, il faut observer le fort redressement de la courbe cumulative du sédiment brut dans le domaine des sables, et plus particulièrement à partir de la maille de 0,300 mm (Pl 108). Les valeurs de l'indice d'hétérométrie s'en trouvent diminuées (Hé=0,40 dans la couche G et 0,65 à la base de la couche F).

Le traitement à l'acide chlorhydrique n'entraîne pas de modification très sensible, la composante carbonatée (3%) étant répartie dans toutes les fractions granulométriques du sédiment. La seule différence notable réside, après décarbonatation, en un faible enrichissement du sédiment en particules colloïdales. Il s'agit vraisemblablement là de la libération de constituants argileux, associés, dans le sédiment brut, à un ciment carbonaté d'origine secondaire. Cette interprétation est d'ailleurs confirmée par la présence, dans les fractions comprises entre 2 mm et 0,7 mm, de rares agrégats peu résistants, dont la coloration brun-rouge est vraisemblablement liée à une composante argileuse non négligeable.

L'examen morphoscopique des grains de quartz voisins de 0,80mm ne montre pas de variation particulière par rapport aux dépôts moustériens ; le pourcentage des grains du type émoussé-luisant est au moins de 80. On n'y remarque pas d'incrustation ferrugineuse, ni de constituant allochtone.

Granulométrie et morphoscopie montrent donc que le sédiment interstitiel de la couche G et de la base de la couche F a eu pour seule origine l'émiettement de la roche encaissante.

Aucun remaniement contemporain ou postérieur ne semble avoir affecté ces formations, ainsi qu'en témoigne le bon classement du matériel.

Dès le sommet de la couche F, les données de la granulométrie caractérisent un type de dépôt différent. A ce niveau, le sédiment brut s'enrichit brusquement en composantes argileuses et limoneuses (la médiane descend à 0,150), ce qui a pour effet de donner une courbe plus proche de l'axe des abcisses, et d'affaiblir l'indice de classement du sédiment (Hé = 0,95) (Pl. 108).

Les mêmes caractéristiques se retrouvent sur le sédiment traité à l'acide chlorhydrique, ce qui est, somme toute, normal puisque le taux de carbonates n'est plus que de 2%. Le moins bon classement du sédiment peut avoir ici deux origines. Il peut s'agir d'un mélange artificiel, inévitable lors de l'échantillonnage, dans un contexte où abondent les "fantômes" d'éboulis, comme cela est le cas au sommet de la couche F. C'est là une interprétation que nous avons également retenue dans l'analyse du sommet de la couche M3. Ce peut être également le résultat de remaniements par solifluxions ; nous rappellerons, à ce sujet, la disposition particulière (en cuvettes) des éboulis altérés, du sommet de la couche F au Nord-Est de la coupe sagittale, et la présence de la couche E, sus-jacente à la couche F au Sud-Ouest de la même coupe. C'est cette seconde interprétation que nous retiendrons : nous verrons, en effet, que des manifestations de solifluxions trouvent parfaitement leur place au sommet de la couche F qui se situe à l'articulation de deux phases sédimentaires, donc de deux épisodes climatiques différents.

La comparaison des résultats de l'analyse granulométrique du sédiment inférieur à 2 mm de quatre échantillons prélevés dans la couche D, prouve la parfaite homogénéité texturale de cette formation (Pl. 109).

Le sédiment se définit ici comme un sable argileux, faiblement limoneux, de grossièreté moyenne moindre que dans les niveaux sous-jacents (Md = voisine de 0,150 mm), mais nettement mieux classé qu'au sommet de la couche F : l'indice d'hétérométrie tombe à 0,65 au sommet de D2.

Les courbes cumulatives des quatre échantillons sont parfaitement superposables, excepté dans la portion correspondant aux fractions colloïdales, où on observe, de bas en haut, un abaissement progressif de la courbe vers l'axe des abcisses. Cette évolution est liée à l'enrichissement graduel du sédiment en fractions colloïdales, de bas en haut de la couche D2. Il s'agit là du résultat des phénomènes de lessivage dont a été le siège la couche D2, et qui se sont manifestés par l'édification d'un sol brun, calcaire.

L'examen morphoscopique apporte ici d'intéressantes précisions concernant l'origine du matériel de la couche D2. On trouve, en effet, dans la fraction voisine de 0,80 mm, de très nombreux grains de quartz à surface tourmentée, fréquemment caverneux et teintés en rouille par les oxydes ferriques ; ils sont associés à quelques éléments gréso-ferrugineux roulés et à de rares oolithes ferromanganisifères. Cette association n'est pas sans rappeler la présence des nombreux graviers de quartz qui constituent une partie de la fraction 0,50 à 0,10 mm.

Il ne fait donc aucun doute que l'on doive situer l'origine d'une partie au moins des constituants de la couche D2 dans les formations sidérolithiques qui couronnent les plateaux environnants. Ces éléments, associés à des produits de décomposition du calcaire, se sont vraisemblablement mis en place par ruissellement diffus. Le dépôt ainsi formé a ensuite été le siège de phénomènes de lessivage de forte envergure, ainsi que le confirme l'examen des diagrammes granulométriques globaux (Pl. 110).

- Dépôts stériles

Si nous considérons la courbe cumulative du niveau stérile inclus entre le sommet de la couche D2 et l'horizon C du paléosol sus-jacent, nous nous apercevons qu'elle caractérise un sédiment assez différent de celui de la couche D2 (Pl. 109). Il s'agit là d'un matériel plus grossier que précédemment (Md = 0,170 mm), dans lequel les fractions colloïdales tombent à 11% seulement, alors qu'elles représentaient 21%

au sommet de la couche D2.

Les sables y sont bien classés (Hé = 0,60) et englobent, comme en D2, quelques éléments empruntés au sidérolithique.

La comparaison des résultats de l'analyse granulométrique des différents échantillons prélevés au niveau des horizons C (B) et A2 du paléosol développé sur les dépôts sus-jacents, confirme la parfaite homogénéité texturale du sédiment sur toute l'épaisseur du dépôt. Les valeurs de la médiane oscillent entre 0,170 et 0,180 mm, sur échantillon brut, et 0,170 et 0,190 mm sur sédiment décarbonaté. Celles de l'indice d'hétérométrie varient de façon plus aléatoire (0,80 à la base, 1,10 au sommet), mais deviennent plus homogènes après décarbonatation (Hé voisin de 0,80).

L'examen des diagrammes granulométriques globaux du sédiment brut et décarbonaté confirme la présence d'une importante composante calcaire dans la fraction colloïdale, au niveau de l'horizon d'accumulation du paléosol, ainsi qu'à l'extrême sommet du dépôt.

Nous avons tenu à vérifier ces premiers résultats par l'analyse du sédiment inférieur à 2 mm d'échantillons prélevés en d'autres points du gisement. Le diagramme granulométrique global du sédiment brut, donné dans la planche 113, résume l'évolution texturale des dépôts moustériens et aurignaciens.

On notera plus particulièrement l'enrichissement graduel du sédiment en fractions colloïdales, de la base au sommet du remplissage moustérien, ainsi que la valeur maximale atteinte par les mêmes fractions à l'extrême sommet du dépôt. Cette évolution confirme donc la présence de l'horizon d'accumulation d'un paléosol au niveau de la couche M3.; paléosol dont les horizons éluviaux et le sommet de l'horizon illuvial ont été détruits par érosion.

Un gradient se dessine également dans les fractions colloïdales au niveau des dépôts aurignaciens, situant ainsi un horizon d'accumulation bien individualisé.

Les mêmes caractéristiques apparaîssent sur les diagrammes granulométriques globaux du sédiment brut et décarbonaté d'échantillons prélevés dans le carré C9 (Pl. 114), dans les dépôts aurignaciens et les formations stériles. L'analyse du sédiment, après traitement par l'acide chlorhydrique, met en relief, par ailleurs, un nouveau gradient dans les dépôts stériles du sommet de la séquence : il individualise ici, plus nettement, l'horizon d'accumulation du sol brun, calcaire, formé sur ces dépôts.

b - Calcimétrie

A la base du remplissage moustérien, le sédiment tamisé à 2 mm comprend 50% de carbonates qui, si l'on en croit les données de la granulométrie, sont répartis sur toutes les fractions granulométriques et, plus particulièrement, dans les limons et les colloïdes (Pl. 112).

A partir de la couche M1, on enregistre une brusque diminution des carbonates (15% à la base de M1). Leur taux ne dépasse jamais 20% du matériel fin, à tous les niveaux des dépôts moustériens. Ils entrent dans la composition de toutes les fractions granulométriques, mais plus particulièrement dans celle de la phase colloïdale, ainsi qu'en témoigne la comparaison des diagrammes granulométriques globaux, avant et après décarbonatation. Cette particularité est surtout sensible au niveau de la couche M3, dont nous savons qu'elle constitue l'horizon d'accumulation d'un paléosol.

Quelques fluctuations mineures méritent, par ailleurs, d'être signalées. C'est ainsi qu'une nette diminution du pourcentage de carbonates se manifeste dans la couche M2 et à mi-hauteur de la couche M3, dans lesquels nous avons mis en évidence des phénomènes de lessivage. La valeur maximale enregistrée au niveau de la couche M2 confirmerait le développement de phénomènes d'altération de plus forte envergure. C'est également ce que confirme le diagramme relatif à la calcimétrie du sédiment prélevé dans la travée 11.

Les pourcentages de la composante calcaire du sédiment fin de la couche G varient considérablement d'un point à l'autre du gisement. Voisins de 3% seulement dans les échantillons prélevés dans le carré C 10, les carbonates représentent 17% de la fraction dans la travée 11 (Pl. 113), et atteignent un pourcentage maximal de 20 dans le carré C 9 (Pl. 114). Cette évolution, qui ne peut être mise sur le compte d'une diminution globale du sédiment en éléments de roche calcaire (le simple examen des coupes stratigraphiques le prouve), résulte vraisemblablement de phénomènes de lessivage différentiels, plus ou moins marqués suivant la localisation dans le site.

Quoi qu'il en soit, et c'est ce qui nous intéresse ici, de la base au sommet des dépôts aurignaciens, le taux de carbonates se réduit considérablement, puisqu'ils ne représentent jamais plus de 3% du sédiment inférieur à 2 mm au niveau de la couche D2. Cette évolution résulte ici de trois phénomènes vraisemblablement conjugués : diminution globale du sédiment en éléments de roche calcaire par suite d'une diminution des phénomènes de gélivation, moindre teneur originelle du matériel qui a participé au dépôt, dissolution secondaire de la composante carbonatée.

Les dépôts stériles enfin, voient une nouvelle augmentation progressive du pourcentage de carbonates. Ils constituent près de 30% du sédiment au sommet de la séquence. La concentration préférentielle de cette composante carbonatée dans les fractions colloïdales doit être interprétée comme le résultat d'un enrichissement secondaire.

c - Mesure du pH et calcul du ΔpH

Le pH mesuré dans l'eau distillée a donné, à tous les niveaux, des valeurs relativement fortes, généralement supérieures à 9.

Les différences des valeurs du pH mesuré dans l'eau distillée et dans une solution normale de KCl (ΔpH) présentent ici des écarts suffisamment importants pour être mis en parallèle avec les autres données d'analyses.

- On notera plus particulièrement les valeurs élevées du ΔpH dans l'ensemble des dépôts moustériens, avec cependant trois avancées sur le diagramme (Pl. 112) : la première correspond au mince niveau soliflué sous-jacent à M1, la deuxième se place en M2 où nous avons mis en évidence des manifestations d'altération, la troisième enfin, plus accusée, correspond à l'horizon d'accumulation du paléosol qui s'est développé sur les dépôts moustériens.

- Deux nouvelles zones, dans lesquelles les valeurs du ΔpH sont plus importantes encore, apparaîssent sur le diagramme ; elles situent les horizons d'accumulation des 2 paléosols qui se sont respectivement développés, l'un sur la couche D2, l'autre sur les dépôts stériles sus-jacents.

III - ATTRIBUTION CHRONOLOGIQUE ET SIGNIFICATION CLIMATIQUE DES DEPOTS

Observations stratigraphiques, données archéologiques et analyses sédimentologiques s'accordent pour reconnaître, dans le remplissage de la zone Est de l'abri Caminade, trois entités sédimentaires.

- La première correspond à l'ensemble des couches M1 à M3. Elle contient, à plusieurs niveaux, des industries moustériennes. Le sommet de ces dépôts témoigne de phénomènes de pédogénèse qui, de par leur ampleur, ne peuvent caractériser qu'un interstade majeur de la glaciation würmienne.

- La deuxième regroupe les couches G, F, E et D2, dans lesquelles ont été récoltées des industries de l'Aurignacien I et II. Les dépôts correspondants supportent un sol brun, calcaire.

- La troisième enfin est constituée par des dépôts stériles, dans lesquels on reconnaît également les différents horizons d'un paléosol.

Quelle est donc la position chronologique de ces trois ensembles de dépôts ?

1° - Les dépôts à industries moustériennes

Privés de leur contexte stratigraphique, ces dépôts ne pourraient être datés, à priori, que du Würm ancien sensu lato, les industries du Moustérien typique, de type Quina et de type Ferrassie ayant évoluées, selon F. BORDES, simultanément aux autres groupes moustériens, pendant les deux premiers stades de la glaciation würmienne.

Un certain nombre d'arguments concourent cependant à dater ces dépôts du Würm II.

a - Ils sont surmontés par des formations contenant des industries aurignaciennes, dont on sait qu'elles se sont développées au cours du Würm III.

b - Ils en sont séparés, chronologiquement parlant, par une phase de pédogénèse, dont les effets ont profondément modifié la texture originelle du sédiment. Le paléosol correspondant peut donc être daté, en toute certitude, d'un interstade majeur de la glaciation würmienne, en l'occurence, de l'interstade Würm II-Würm III.

c - Les manifestations d'érosion, dont le sommet des dépôts moustériens portent l'empreinte, ont détruit les horizons superficiels du paléosol ; elles ne peuvent donc être que postérieures à la phase de pédogénèse et n'ont pu, par conséquent, affecter que des dépôts édifiés avant l'interstade Würm II - Würm III.

Aucun élément ne laissant supposer qu'il y ait eu arrêt de sédimentation pendant toute la durée du Würm II, c'est donc à ce stade que l'ensemble des couches M1 à M3 doit être attribué.

Observations stratigraphiques et données sédimentologiques ont permis de démontrer que les dépôts moustériens correspondent à six phases de sédimentation.

a.- La première correspond à la base de la couche M1 qui contient le niveau archéologique M1b attribué au Moustérien typique.

Ainsi que nous l'avons démontré, ce dépôt est constitué d'éboulis de petite dimension, dont le caractère émoussé et arrondi, et la présence de silex concassés ne laissent aucun doute quant à un remaniement par des phénomènes de cryoturbation. Le mauvais triage du matériel inférieur à 2 mm apporte un argument supplémentaire à cette interprétation. Le développement de phénomènes de cryoturbation supposant une alternance de phénomènes de gel et de dégel répétés, dans un contexte très humide, nous interprèterons donc la base de la couche M1 comme le produit d'un climat froid mais humide.

b.- Dès la partie moyenne de la couche M1, et s'amplifiant vers le sommet, des phénomènes de gélivation plus importants se sont manifestés. La présence d'éboulis plus nombreux et plus volumineux et, parmi ceux-ci, celle de plaquettes de gel et de cailloux gélivés en forte proportion, laissent supposer des manifestations de gélivation de plus forte amplitude, correspondant à un épisode climatique très froid et plus sec. Le meilleur classement du matériel fin, mais le léger enrichissement en fractions colloïdales altérées, la présence de concrétions calcaires de type alluvial, indiquent que ce dépôt n'a subi d'autre modification que celles de processus d'altération postérieurs.

c.- Dès la base de la couche M2 en effet, la raréfaction des éboulis et, parmi eux, celle des plaquettes, la réduction granulométrique de ces éléments, témoignent de conditions de dépôt différentes, caractérisées par une alternance de gel et de dégel répétés et de plus faible amplitude, dans un contexte plus humide. Cette caractéristique est, par ailleurs, mise en évidence par la moindre teneur du sédiment fin en carbonates et l'illuviation de ceux-ci, par lessivage, dans le dépôt immédiatement sous-jacent (couche M1). Enfin, la présence, à la base de la couche, de résidus d'éboulis totalement décarbonatés ("fantômes"), la légère augmentation du sédiment en fractions colloïdales, l'accroîssement des valeurs du ΔpH, concourent à cette interprétation.

Tempéré-frais et humide, tel nous apparaît le climat contemporain du dépôt de la couche M2 et des premiers habitats du Moustérien de type Ferrassie.

d.- Un nouveau renversement climatique se manifeste dès la base de la couche M3. A ce niveau, en effet, les éboulis cryoclastiques sont plus nombreux et plus volumineux, et comptent un pourcentage accru de plaquettes et de cailloux gélivés.

La forte teneur du sédiment fin en carbonates, l'absence de concrétions illuviales dans les dépôts immédiatement sous-jacents, excluent toute manifestation importante d'humidité contemporaine du dépôt.

L'ensemble des composantes sédimentologiques de la base de la couche M3 définissent là une nouvelle détérioration du climat. L'établissement de conditions plus froides s'est assorti d'une augmentation de la sècheresse.

e.- A mi-hauteur de la couche M3, apparaît un sédiment appauvri en éboulis cryoclastiques. Ces éléments, de plus petite taille qu'à la base de la couche M3, comportent cependant de rares plaquettes et quelques cailloux gélivés dont la présence indique le développement des phénomènes de gélivation, mais de plus faible intensité que précédemment.

Au même niveau, et malgré un enrichissement secondaire en carbonates, la composante carbonatée tend à devenir moins abondante, et traduit donc un nouveau lessivage contemporain du dépôt ; il pourrait être responsable de la formation d'agrégats indurés, plus particulièrement abondants au sommet de la couche sous-jacente.

f.- Une nouvelle élévation du pourcentage d'éboulis cryoclastiques se manifeste enfin au sommet du remplissage moustérien. Ces éléments, déjà largement représentés au niveau de l'habitat de type Ferrassie M3s, s'accompagnent, au sommet (niveau archéologique M3s +), d'éboulis en "fantômes" qui, bien que n'entrant pas en ligne de compte dans l'analyse granulométrique globale, n'en témoignent pas moins d'un sédiment encore enrichi en produits de gélivation. L'augmentation de la grossièreté moyenne du sédiment s'accompagne, ici, d'une élévation du pourcentage de plaquettes et de cailloux gélivés.

Mise à part une faible augmentation de l'indice d'hétérométrie au

sommet du dépôt, et que nous avons interprétée comme le produit d'un mélange artificiel en cours de prélèvement, aucun signe sérieux de remaniement n'apparaît au même niveau.

Tout porte donc à interpréter les derniers niveaux de la couche M3 comme le résultat d'un climat froid et sec.

L'analyse palynologique, réalisée deux ans après la publication de nos premières conclusions, confirme de façon remarquable l'interprétation climatique que nous avions alors donnée des dépôts moustériens (PAQUEREAU M.M., 1969).

Six zones polliniques apparaîssent en effet sur le diagramme.

- La première (première moitié de la couche M1) révèle un taux de boisement extrêmement bas (6%), dans lequel le Pin sylvestre constitue le seul élément arbustif.

La flore est dominée par les Graminées et les Cypéracées. Les Composées sont secondaires.

- Dans la zone II (2ème moitié de la couche M1), le taux de boisement reste bas. Aucun feuillus n'y apparaît. Les Cypéracées disparaissent et les Graminées reculent au profit de Composées et de nombreux types d'Héliophiles à caractère xérophile et steppique.

- La troisième zone (couche M2) voit une remontée du taux de boisement à 22%. Au Pin sylvestre, sont associés le Genévrier et un certain nombre de feuillus. Le développement des Graminées, des Cypéracées, des Hygrophiles et même des Fougères, confirme le caractère humide de cette phase.

- La zone IV (base de la couche M3) indique une nouvelle disparition des feuillus et un nouvel abaissement du taux de boisement (10%). Composées tubuliflores et Artémisiées dominent la flore. Les Héliophiles sont nombreuses.

- La zone V (mi-hauteur de la couche M3) apparaît assez faiblement marquée du point de vue thermique. Le taux de boisement ne dépasse pas 12%. La strate herbacée indique une nette augmentation de l'humidité.

- La zone VI enfin, à laquelle correspond la deuxième moitié de la couche M3, est caractérisée par un nouvel abaissement du taux de boisement (10%) et la disparition totale des feuillus. Composées tubuliflores et Artémisiées dominent la flore. Les Héliophiles y sont nombreuses. Quelques feuillus, des Cypéracées et des Hygrophiles apparaîssent à l'extrême sommet du diagramme. Cette association pourrait indiquer le début d'une nouvelle amélioration climatique.

Analyses sédimentologiques et palynologiques s'accordent donc pour interpréter les variations climatiques du remplissage moustérien de l'abri Caminade comme les équivalents chronologiques des six premières phases climatiques du Würm II, telles que nous les avons définies dans l'étude du gisement de Combe-Grenal.

C'est là une interprétation que nous avions retenue avant même que les données de la palynologie ne viennent confirmer nos propres observations (LAVILLE H., 1969).

2° - Pédogénèse et érosion postmoustériennes

Ainsi que nous l'avons démontré, le sommet des dépôts moustériens portent les horizons d'accumulation d'un sol d'altération que nous avons attribué au climat chaud et humide de l'optimum climatique de l'interstade Würm II - Würm III.

La phase de pédogénèse correspondante se manifeste, du point de vue sédimentologique, par l'altération des éboulis de la couche M3, un enrichissement en matériel colloïdal et par l'illuviation de carbonates libérés par lessivage.

L'absence des horizons éluviaux de ce paléosol et même celle du sommet des horizons d'accumulation sur le profil que nous avons étudié, indiquent qu'à la phase de pédogénèse a succédé une phase d'érosion.

L'importance de cette érosion nous est facilement concevable : si, comme nous l'avons démontré, les six phases climatiques qui ont présidé à la formation du remplissage moustérien connu de Caminade, sont les équivalents des six premières phases climatiques du Würm II, font défaut à Caminade, les dépôts édifiés lors des phases VII et VIII de ce même stade glaciaire.

3° - Les dépôts à industries aurignaciennes.

Les dépôts aurignaciens surmontent les dépôts moustériens, mais occupent également un ressaut rocheux qui longe la falaise et s'étend vers l'Ouest de l'abri.

La formation de ce ressaut et, par conséquent, l'approfondissement de l'abri, se sont donc réalisés postérieurement à la phase d'érosion que nous venons de décrire.

Cette évolution de l'abri ne peut être comprise qu'en faisant intervenir une humidification, donc une gélivation préférentielle du pied de la paroi, favorisée par la présence des niveaux illuviaux imperméables du sol d'altération que supportent les dépôts moustériens. C'est là un point de vue que nous avons plus longuement développé en page 21 de ce mémoire.

Mise à part la découverte de deux pointes de Châtelperron, isolées, à la base de la couche G, il n'existe à Caminade aucun indice d'occupation antérieure à celle des Aurignaciens I. Nous rappellerons toutefois ici, l'observation de D. de SONNEVILLE-BORDES (1970, p. 83), selon laquelle "dans la partie Est du site (...),délimitée par les lignes 8, 11 et C du carroyage, les niveaux aurignaciens (...) étaient séparés du sommet des niveaux moustériens par un niveau stérile de

sables et de blocailles d'environ 0,20 m d'épaisseur".

Cette observation démontre l'existence d'une phase de sédimentation antérieure à celle qui a présidé à la formation de la couche G. C'est là un fait important, sur lequel nous reviendrons après avoir exposé les résultats des analyses que nous avons effectuées dans les abris de Roc de Combe et du Piage.

- Le remplissage würmien III, que nous avons analysé, débute avec la couche G, à laquelle est associée une industrie de l'Aurignacien I. Les dépôts correspondants présentent un pourcentage maximal d'éboulis cryoclastiques ; parmi ceux-ci, les plaquettes de gel sont abondantes, ainsi que les cailloux gélivés.

Ces caractéristiques permettent donc de situer la formation de ce dépôt dans une phase climatique froide, au cours de laquelle seuls des phénomènes de gel et de dégel de forte amplitude se sont manifestés.

Cette interprétation s'accorde avec la présence, au même niveau, d'un taux de boisement faible (7 à 8%), dominé par le Pin sylvestre, ainsi que celle de nombreux éléments xérophiles et steppiques (PAQUEREAU M.M., 1970).

- Les mêmes caractéristiques climatiques semblent avoir continué pendant toute la période de formation de la base et de la partie moyenne de la couche F : les éboulis y sont, en effet, aussi abondants et volumineux, et ne semblent avoir subi d'autre modification que celle d'illuviations carbonatées postérieures à leur dépôt.

La palynologie indique, à ce niveau, une association arbustive et floristique identique à celle de la couche G.

A Caminade, des conditions froides et sèches ont donc régné pendant toute la durée de l'occupation de l'abri par les Aurignaciens I.

- La forte altération dont a été le siège le sommet du remplissage aurignacien ne permet pas de qualifier,de façon très précise, le climat contemporain des niveaux aurignaciens II, D2i et D2s. Cependant, il semble bien qu'un changement climatique soit survenu dès la formation du sommet de la couche F.

A ce niveau, en effet, les éboulis tendent à devenir moins nombreux et de plus faible dimension, témoignant d'une élévation relative de la température. Vers le fond de l'abri, des phénomènes de cryoturbation ont pris place, soulignés ici par la disposition en "cuvettes" des "fantômes" d'éboulis. Vers l'avant de l'abri, ces phénomènes se sont manifestés par l'arrivée d'une masse solifluée de granules et de graviers calcaires.

Ces phénomènes de cryoturbation, que caractérise également un moins bon classement du matériel sableux, correspondent vraisemblablement aux premières manifestations d'un épisode climatique plus doux et plus humide, coïncidant avec l'abandon de l'abri par les Aurignaciens I.

A ce stade, le taux de boisement atteint 15% ; Saule et Bouleau deviennent progressivement plus nombreux parallèlement à la progression constante des pollens de Graminées.

Dès la base de la couche D2, les éboulis cryoclastiques disparaîssent totalement, alors que les fractions inférieures à 2 mm se chargent en éléments colloïdaux. Un meilleur classement des fractions sableuses, amorcé à la base de la couche, se précise ensuite au sommet du niveau archéologique D2i, conjointement à la présence d'éléments allochtones d'origine sidérolithique et à la multiplication des graviers de quartz roulés parmi les graviers.

Le développement de phénomènes pédogénétiques sur la couche D2 et l'importante décarbonatation dont cette couche a été l'objet, interdisent toute estimation de l'intensité des phénomènes de gélivation pendant la période de mise en place de ces dépôts. Cependant, l'absence totale de "fantômes" permet de supposer que la gélivation n'a pas été, ici, la composante essentielle de la sédimentation, dont le caractère

ruisselé demeure l'élément dominant.

Tempérée et humide, telle nous apparaît l'oscillation climatique pendant laquelle les Aurignaciens II se sont établis dans le site.

Cette interprétation est d'ailleurs en tous points conforme aux données de la palynologie. Le taux de boisement atteint déjà 19% à la base de la couche D2, et continue ensuite sa progression jusqu'au niveau D2s. Les pollens de feuillus thermophiles et d'arbustes tempérés apparaîssent, parallèlement à un accroissement des Graminées et des Hygrophiles.

La présence, à ce niveau, de restes de Sangliers et d'Equus hydruntinus, associés au Renne, au Cerf, à des Bovidés, à du Chamois et du Cheval, est parfaitement compatible avec cette interprétation.

Dès le sommet de la couche D2, cependant, une flore à caractère plus frais, mais toujours très humide, apparaît ; c'est là une précision que les analyses sédimentologiques n'ont pu mettre en évidence, mais qui, nous le verrons, présente un caractère important pour l'attribution chronologique des formations immédiatement sus-jacentes.

4° - Pédogénèse et sédimentation postérieures à la couche D2

Ainsi que nous l'avons démontré, l'ensemble de la couche D2 représente l'horizon d'accumulation d'un paléosol, dont le sommet de la couche F représente l'horizon C. Outre une illuviation prononcée des éléments colloïdaux, les phénomènes de lessivage se manifestent par une forte altération de la fraction argileuse, un enrichissement des couches E, F et G en concrétions illuviales ; le fort concrétionnement qui affecte le sommet des dépôts moustériens peut être, en partie au moins, imputable aux mêmes phénomènes.

L'observation stratigraphique nous a appris que le sommet de

la couche D2 était parcouru de larges ondulations que nous avons assimilées à des rigoles de ravinement ; un sédiment sableux, chargé en éboulis, emplit ces ondulations ; une petite série lithique que la présence de grattoirs à retouche aurignacienne, de burins busqués et carénés permet de rapprocher de l'Aurignacien II sous-jacent, y forme le niveau archéologique D1.

Lors de nos premières analyses, nous avions assimilé la couche D1 au mince niveau stérile, sus-jacent sur la coupe frontale, à la couche D2 ; une interprétation hâtive nous avait conduit à interpréter ces formations (couche D1 et niveau stérile de base) comme l'horizon éluvial du paléosol dont la couche D2 constitue l'horizon d'accumulation.

S'il ne fait aucun doute que les deux formations en question constituent deux manifestations différentes d'un même phénomène (solifluxion ou ruissellement), de nouveaux éléments remettent leur attribution chronologique en question.

L'association minéralogique de la phase argileuse se caractérise. en effet, à ce niveau, par un cortège de minéraux plus frais, avec une raie symétrique et fine de kaolinite typique, de la goethite en bon état et de la montmorillonite encore bien individualisée sur le diffractogramme. Cette "fraicheur" des composants argileux va donc à l'encontre de notre première interprétation, et il ne fait aucun doute que la formation de la couche D1 est postérieure à la phase pédogénétique qui a affecté la couche D2.

Nous sommes donc en présence de plusieurs éléments, à première vue paradoxaux :

- Développement d'un sol sur des dépôts à industries de l'Aurignacien II.
- Le caractère évolué de ce paléosol implique une coupure climatique majeure.
- La phase de pédogénèse correspondante a été suivie d'une phase d'érosion.

- Au sédiment déposé alors, est associée une industrie à affinités d'Aurignacien II.

Dans ces conditions, quel est l'âge du paléosol que supporte la couche D2 ?

Quatre interprétations peuvent être proposées :

a - La formation du sol correspondrait à l'optimum climatique de l'oscillation tempérée et humide qui a conduit à l'édification de la couche D2.

Deux arguments majeurs viennent à l'encontre de cette théorie :

- L'analyse palynologique a démontré l'agravation du climat dès le sommet de la couche D2 ; un optimum climatique peut difficilement avoir succédé à une telle phase au sein d'une même oscillation climatique.

- L'analyse sédimentologique de dépôts contemporains n'a jamais démontré, nous le verrons, une telle possibilité.

b - Le sol se serait formé lors d'une des deux phases plus tempérées dont nous avons démontré l'existence au cours de la deuxième partie du Würm III (cf. plus particulièrement les chapitres sur les abris du Roc de Combe et du Facteur), ou est le produit de l'action combinée de ces deux oscillations.

Cette interprétation impliquerait que l'Aurignacien II (celui de la couche D1) a survécu tardivement au cours du Würm III, et qu'il serait postérieur à l'Aurignacien IV d'autres stations périgourdines, ou même contemporain de certains niveaux du Périgordien supérieur.

c - L'industrie lithique de la couche D1 ne serait pas de l'Aurignacien II, mais nous n'avons aucune raison de mettre en doute cette attribution.

d - C'est à l'interstade Würm III- Würm IV que doit être rapportée la formation du paléosol, l'industrie lithique de la couche D1 n'étant que le produit du remaniement du sommet de la couche D2, au début du Würm IV.

Cette interprétation, plus satisfaisante, serait confirmée par le fait que la couche D1 contient des encoches et des denticulés qui, selon D. de SONNEVILLF-BORDES, peuvent être en partie accidentels (1970, p. 135).

Enfin, la présence de deux raclettes de type magdalénien, dans le remplissage stérile sus-jacent aux dépôts aurignaciens (SONNEVILLE-BORDES D. de et MORTUREUX B., 1935) confirmerait la datation Würm IV que nous proposons à l'ensemble du remplissage qui surmonte la couche D2.

C H A P I T R E VIII

LA GROTTE-ABRI DU ROC DE COMBE

La grotte-abri du Roc de Combe est située dans le département du Lot, sur le territoire de la commune de Nadaillac, à cinq kilomètres environ au Nord-Ouest de Gourdon, dans les assises de calcaires coniaciens qui constituent les prolongements ouest du Sarladais.

Elle s'ouvre dans les abrupts rocheux qui forment le versant sud d'une petite vallée sèche, à quelques centaines de mètres du hameau de Roque de Val.

C'est une grotte-abri, en ce sens qu'un abri effondré prolonge une petite grotte peu profonde. Le gisement proprement dit est localisé dans la grotte et dans le talus qui lui fait suite vers la vallée.

Il fut découvert en 1950 par J. LABROT qui y pratiqua un sondage en 1959.

Des fouilles systématiques y furent conduites en 1966, sous la direction de F. BORDES et J. LABROT ; une première interprétation stratigraphique des dépôts, ainsi qu'une étude archéologique préliminaire, ont été publiées par ces auteurs, en 1967.

I - STRATIGRAPHIE - ETUDE DESCRIPTIVE DU REMPLISSAGE

Les deux témoins stratigraphiques que constituent les parois Est et Ouest de la tranchée de fouilles s'étendent sur sept mètres de long et sur une épaisseur moyenne de deux mètres.

Les dépôts les plus profonds, mis au jour lors des fouilles de 1966, sont faiblement inclinés vers la vallée. Les formations qui leur sont superposées prennent, par contre, un léger pendage vers l'intérieur de la grotte.

La stratigraphie, telle que nous l'avons levée en cours de fouilles, est la suivante (Pl. 115) :

Couche 1 : Epaisseur : 0,35 m

Il s'agit d'un dépôt de texture graveleuse, composée, dans son ensemble, de graviers de quartz émoussés, inclus dans une matrice sablo-argilo-limoneuse.

Dans le détail, trois subdivisions apparaîssent :

Niveau 1a : Epaisseur : 0,10 m

Graviers de quartz émoussés, généralement dispersés, mais localement groupés en ilôts plus ou moins cohérents. Ils représentent des produits de désagrégation d'éboulis de roche calcaire. Le contexte est un sable argilo-limoneux, de couleur brun-jaune (E.66), de structure grumeleuse, faiblement plastique à l'état humide.

Niveau 1b : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis calcaires plus nettement individualisés, paraîssant plus cohérents à la base qu'au sommet de la couche. Ces éléments sont associés à un sédiment sableux, faiblement argileux, de structure grenue, de couleur brun-jaune (E.66).

Niveau 1c : Epaisseur : 0,10 m

Eboulis calcaires plus rares et de plus faible dimension, facilement dissociables sous une faible pression. Ces éboulis deviennent cependant plus abondants et plus volumineux vers la base.

Le contexte interstitiel est un sable argileux, qu'une forte teneur en cendres et en particules d'os brûlés a coloré en brun foncé (H.64).

La limite entre ces trois niveaux est ondulée ou irrégulière ; elle est distincte entre les niveaux 1a et 1b, brutale entre les niveaux 1b et 1c.

L'industrie associée aux niveaux 1a et 1b est un Périgordien final, celle du niveau 1c, un Périgordien supérieur évolué.

Dans la zone nord du gisement, le niveau 1c repose sur une formation graveleuse, brun foncé, dénommée couche 5. Ailleurs, elle en est séparée par trois nouveaux dépôts.

Couche 2 : Epaisseur : 0,15 m

Eboulis calcaires rares, de faible diamètre, très émoussés et très friables. Le sédiment interstitiel est un sable argileux brun foncé (F.63), de consistance ferme au sommet de la couche, plus friable à la base.

Contient une industrie du Périgordien supérieur à burin de Noailles.

Couche 3 : Epaisseur : 0,10 m

Graviers de quartz et fragments de roche calcaire très friables, organisés, comme dans le niveau 1a, en amas plus ou moins fragiles, simulant des poches. Localement, quelques éboulis conservent leur individualité, mais se désagrègent sous une faible pression.

Le contexte, plus abondant, est un sable argileux, de couleur

brun-jaune foncé (F.63).

Industrie du Périgordien supérieur à burins de Noailles.

Les couches 2, 3 et 4 disparaîssent brutalement vers le Nord, à deux mètres environ de l'aplomb du porche de la grotte, où elles semblent avoir été détruites avant la mise en place du niveau 1c.

Couche 4 : Epaisseur : 0,15 m

C'est un dépôt homogène de sable argileux brun-jaune foncé (H.63), de consistance ferme à l'état sec, faiblement plastique à l'état humide. Il se différencie nettement du niveau sus-jacent par la rareté des graviers de quartz. Il contient, dans sa masse, de rares éboulis de faible diamètre, très friables.

Renferme une industrie du Périgordien supérieur avec pointes de la Gravette ainsi que de très nombreux ossements de rongeurs.

Couc ɔ 5 : Epaisseur : 0,30 m

Le sommet de la couche est presque exclusivement composé de graviers de quartz "lavés" et de quelques blocs calcaires plus volumineux, très émoussés, et dont la surface se désagrège facilement. Le sédiment interstitiel y est peu abondant ; c'est un sable argileux brun foncé (H63).

A mi-hauteur de la couche, les graviers de quartz, encore très abondants, sont groupés en ilôts et en amas peu cohérents. Ils sont associés à une matrice sablo-argileuse brun foncé (H.63), dans laquelle une phase argileuse plus abondante assure une meilleure cohésion au dépôt.

Dans la partie inférieure de la couche, les éboulis calcaires et les graviers tendent à disparaître au profit de blocs plus volumineux. A ce niveau, le sédiment fin est plus abondant ; c'est un sable faiblement argileux, de couleur brun foncé (H.63).

Contient une industrie de l'Aurignacien évolué.

Couche 5/6 : Epaisseur : 0,05 m

Dépôt stérile en matériel archéologique et paléontologique, qui s'intercale localement entre les couches 5 et 6. Il est composé de graviers de quartz et de petits éboulis calcaires extrêmement friables, associés à un contexte de même texture et de même couleur que celui de la base de la couche 5.

Couche 6 : Epaisseur maximale : 0,40 m

Formation d'épaisseur variable, prenant son ampleur maximale vers l'intérieur de la grotte.

Elle se compose de deux niveaux.

Niveau 6a :

Sédiment sableux, faiblement argileux, de couleur brun foncé (H.64). Contient, sur toute son épaisseur, des graviers de quartz dispersés.

Niveau 6b :

Sédiment de même texture et de même couleur que dans le niveau 6a, contenant également des graviers de quartz, mais aussi, vers la base, de nombreux éboulis de texture plus fine et de forme plus anguleuse que dans les dépôts sus-jacents.

Certains de ces éléments sont craquelés et rougis par le feu.

Ces deux niveaux contiennent une industrie de l'Aurignacien II.

Couche 6/7 : Epaisseur maximale : 0,20 m

Formation d'épaisseur variable, stérile en vestiges archéologiques, mais extraordinairement riche en ossements de rongeurs.

Elle est composée d'éboulis calcaires, et se charge, vers le bas, de blocs plus volumineux.

Le contexte est un sable peu argileux, de couleur brun foncé (H.61).

Couche 7 : Epaisseur : 0,50 m

Dans la portion sud de la zone fouillée, cette couche se présente comme une formation homogène d'éboulis calcaires de dimensions variées, émoussés et très altérés.

Vers le Nord, donc vers la grotte, elle se subdivise en trois niveaux.

Niveau 7a :

Eboulis calcaires de dimension moyenne, de forme apparemment plus plate que dans le dépôt sus-jacent, dans contexte sablo-argileux brun foncé (H.63).

Niveau 7b :

Eboulis plus petits, plus globuleux, dans sédiment sablo-argileux de même couleur que dans le niveau 7a.

Niveau 7c :

Eboulis plus rares, plus altérés, fréquemment dissociés en amas de graviers, dans même contexte que dans les niveaux 7a et 7b.

La limite inférieure du niveau 7c est irrégulière. Le niveau archéologique que contient ce dépôt pénètre au sommet de la couche 8 sous-jacente en une série de dépressions qui correspondent à un aménagement du sol d'habitat correspondant.

L'industrie associée aux niveaux 7a, 7b et 7c est de l'Aurignacien I.

Couche 8 : Epaisseur : 0,30 m

Le sommet de la couche consiste en un alignement de blocs calcaires de dimensions variées, très émoussés et très altérés. La plupart d'entre eux sont recouverts d'une mince pellicule ferromanganique, de couleur noirâtre.

Vers la base, les éboulis sont plus petits et plus dispersés

et sont associés à un sable faiblement limoneux et argileux brun foncé (H.63).

Renferme une industrie du Périgordien à pointes de Châtelperron nombreuses.

Couche 8/9 : Epaisseur : 0,15 m

Dépôt sporadique, aux limites imprécises, uniquement localisé dans la portion sud du gisement.

Il est essentiellement composé de graviers de quartz, au milieu desquels subsistent quelques éboulis extrêmement friables.

Le sédiment fin est un sable argilo-limoneux brun foncé (H.64).

Couche 9 : Epaisseur : 0,30 m

Elle est encombrée, sur toute son épaisseur, de blocs effondrés, au milieu desquels se rencontrent des éboulis moins volumineux, très altérés.

Le sédiment interstitiel est plus argileux que celui de la couche 8/9.

Contient, sur toute son épaisseur, une industrie pauvre et assez éparse, qu'il est cependant possible de rapporter à de l'Aurignacien.

Couche 10 : Epaisseur : 0,35 m

Nous n'avons pu l'étudier que dans la zone sud de la tranchée de fouilles, seul secteur où elle a été atteinte.

Elle ne diffère pas fondamentalement de la couche 9 sus-jacente. On y rencontre également des blocs, mais de diamètre apparemment plus réduit. Le contexte est un sable moins argileux que dans la couche 9 mais de même couleur.

L'industrie associée à ce dépôt, peu abondante, appartient au Périgordien ancien à pointes de Châtelperron.

Couche 11 :

Elle n'a été fouillée que sur quelques décimètres de profondeur seulement, à l'extrémité sud de la tranchée. A l'opposé de ce que nous avons constaté pour les dépôts sus-jacents, la limite supérieure est, ici, très brutale, et révèle des signes indiscutables de ravinements.

Le dépôt lui-même est composé de plaquettes de roche calcaire de texture plus fine que dans les autres couches du remplissage, fortement concrétionnées.

Contient une industrie moustérienne non encore déterminée.

Le sol rocheux de l'abri n'a pas été atteint.

La séquence du remplissage du Roc de Combe présente un intérêt exceptionnel, à plusieurs points de vue.

- Cette séquence couvre la fin du Paléolithique moyen et la plus grande partie de l'Aurignaco-périgordien.

- Contrairement à la conception classique, selon laquelle l'Aurignacien succède au Périgordien ancien à pointes de Châtelperron, un niveau aurignacien se trouve ici intercalé entre deux niveaux du Périgordien ancien, les dépôts correspondants étant, par ailleurs, sous-jacents à un niveau de l'Aurignacien I.

- On est en droit de penser, à priori, que les débuts de cette séquence se superposent, du point de vue chronologique, à la séquence moustérienne et aurignacienne de l'abri Caminade.

II - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

Nous avons appliqué, à l'étude sédimentologique du remplissage de la grotte-abri du Roc de Combe, les mêmes méthodes d'analyses que celles que nous avons systématiquement utilisées dans l'étude de dépôts comparables.

Pourtant, parmi les résultats que nous avons obtenus, bon nombre se sont avérés inexploitables, certains pourcentages et certaines valeurs d'indices variant de façon aléatoire, sans relation apparente avec les autres données d'analyses.

Les raisons doivent en être recherchées dans les caractéristiques lithologiques particulières des affleurements rocheux qui ont alimenté les différents dépôts par gélivation ou par altération chimique.

Indiquons, à ce sujet, que ces affleurements sont essentiellement composés de calcaires à graviers, à l'intérieur desquels se développent cependant des horizons de texture plus fine, qui rappellent les calcarénites de la région des Eyzies.

Les phénomènes d'érosion qui sont intervenus dans l'élaboration des dépôts ont donc fourni des produits variés, dont la texture, la consistance et la morphologie reflètent, avant tout, les caractéristiques lithologiques des horizons calcaires dont ils sont issus.

Nous avons tenté, comme nous l'avons fait dans l'étude d'autres dépôts, de grouper les éboulis de chaque échantillon considéré suivant leurs caractéristiques texturales, afin de procéder à des analyses granulométriques et morphologiques séparées sur chaque catégorie ainsi déterminée.

Malheureusement, il est apparu, en cours d'analyse, que les différences texturales des calcaires n'étaient pas suffisamment tranchées pour que nous puissions établir de telles catégories, chaque échantillon analysé comportant tous les termes de passage entre le calcaire à graviers et la calcarénite vraie.

Nous avons donc effectué une seconde analyse globale de tous les éboulis calcaires ; dans ce cas également, certains des résultats obtenus ont été décevants.

- Les valeurs de l'indice d'émoussé sont sensiblement constantes sur toute l'épaisseur du dépôt, exception faite de la couche 11 et du niveau 6b où prédominent les éboulis de calcaire plus fin.

- La mesure de la porosité a fourni souvent des résultats aberrants, la capacité d'absorption d'eau des échantillons étant perturbée par trois facteurs principaux :

  . Les éboulis de calcaires à graviers, trop altérés, se sont souvent désagrégés lors de leur immersion.

  . L'action prolongée du feu sur un matériau de texture grossière a favorisé le déchaussement des éléments détritiques de la roche, et a perturbé sa porosité naturelle.

  . Le revêtement ferromanganique qui est visible sur certains éboulis de la couche 8 a été un autre élément de perturbation.

- Les seules plaquettes typiques que nous avons rencontrées appartiennent à la couche 11 et au niveau 6b, où prédominent les éléments de calcaire fin.

- Il nous a été le plus souvent impossible de différencier les fragments de roche altérée des concrétions calcaires illuviales.

- Enfin, les courbes cumulatives établies par granulométrie du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm reflètent, avant tout, la texture des éléments insolubles des différents horizons calcaires qui ont présidé à l'élaboration des dépôts.

Quoiqu'il en soit, pourtant, les conclusions auxquelles nous sommes parvenu ne sont pas négligeables. Les variations mises en évidence

par la granulométrie globale, celles de la teneur du sédiment fin en fractions colloïdales et en carbonates, celles enfin du ΔpH, sont suffisamment contrastées pour être significatives.

Nous avons procédé à trois séries d'analyses.

- La première a porté sur des échantillons prélevés dans les dépôts les plus profonds mis au jour à l'extrémité sud de la tranchée de fouilles : secteur n° 1.

- La deuxième a été effectuée sur les dépôts affleurants à mi-hauteur du talus : secteur n° 2.

- La troisième enfin a porté sur des échantillons prélevés en cours de fouilles à l'extrémité nord de la tranchée, à 2 mètres environ à l'intérieur de la grotte : secteur n° 3.

1° - Granulométrie globale - Analyses des fractions de diamètre supérieur à 2 mm.

Les variations texturales que mettent en évidence les diagrammes granulométriques globaux, permettent d'isoler plusieurs ensembles sédimentaires.

a - Deux échantillons prélevés au sommet des dépôts à industrie moustérienne (couche 11), révèlent un sédiment relativement grossier, dans lequel près de 80% du matériel analysé est de diamètre supérieur à 10 mm (Pl. 116, n° 1).

Plus de la moitié des éléments qui composent la fraction correspondante dépasse 60 mm de diamètre (Pl. 116, n° 2). La texture particulièrement fine du matériau calcaire qui a alimenté le dépôt a favorisé la formation de plaquettes qui représentent près de 75% des éboulis. Leur face supérieure apparaît faiblement émoussée et altérée ; leur face

inférieure, par contre, ne porte aucune trace d'altération. 60% au moins de ces plaquettes portent un revêtement calcitique induré, localisé à leur face inférieure.

Les fractions moyennes du sédiment (10 mm à 2 mm) ne sont que faiblement représentées (6%). Elles sont surtout composées de fragments de roche calcaire aux arêtes anguleuses ; il s'y ajoute de nombreux agrégats de sables concrétionnés : 35% des granules et près de 40% des graviers (Pl. 116, n° 3).

b - Si l'on prend seulement en considération l'évolution de la teneur du sédiment en fractions grossières (100 mm à 10 mm), on est amené à grouper en un même ensemble sédimentaire les couches 10 et 9, et à isoler la mince formation stérile (couche 8/9) qui leur est superposée. Les éléments de diamètre supérieur à 10 mm forment, en effet, 65% du matériel analysé sur toute l'épaisseur de la couche 10, conservent des valeurs sensiblement voisines dans la couche 9, et ne représentent finalement plus que 20% du sédiment dans le dépôt immédiatement sus-jacent. Les cailloux apparaîssent de diamètre à peu près identique dans les couches 10 et 9 (la médiane se situant aux alentours de 50 mm) ; dans la couche 8/9, près de 60% de la fraction correspondante sont composés d'éléments de diamètre inférieur à 20 mm.

Pourtant, si l'on considère maintenant les variations des pourcentages cumulés des cailloux, des granules et des graviers, on s'aperçoit que le contraste entre les couches 10 et 9 d'une part, et la couche 8/9 d'autre part, n'est plus aussi frappant. A l'extrême sommet de la couche 9 déjà, un léger déficit en cailloux est compensé par une augmentation équivalente de la catégorie des graviers ; dans la couche 8/9 cette particularité est plus nette encore, les graviers comptant pour 50% dans la composition du sédiment analysé.

Les fractions de diamètre compris entre 10 mm et 2 mm étant ici essentiellement formées de graviers de quartz de même diamètre et de même morphologie que ceux de la composante détritique des éboulis calcaires au même niveau, nous sommes conduit à interpréter la présence de ces graviers comme le produit de l'altération d'éboulis plus volumineux.

La couche 8/9 doit donc être assimilée au sommet de la couche 9, altérée postérieurement à sa mise en place. La présence d'agrégats de sables concrétionnés parmi les graviers de la base de la couche 9 et de l'extrême sommet de la couche 10, confirme cette interprétation ; nous verrons que les caractéristiques sédimentologiques de la fraction fine du sédiment conduisent aux mêmes conclusions.

c - Par rapport au dépôt graveleux (8/9) qui, nous l'avons vu, ne constitue que le sommet altéré de la couche 9, on assiste, au niveau de la couche 8, à une brusque augmentation de la teneur du sédiment en cailloux.

Deux échantillons prélevés à la base de cette couche, en deux secteurs différents (secteurs 1 et 3), comportent respectivement 60 et 55% d'éléments de 100 mm à 10 mm ; leurs pourcentages s'accroîssent ensuite progressivement, et atteignent une valeur maximale au sommet du dépôt (70%) (Pl. 116 et 119).

Les granules et les graviers conservent des valeurs relativement stables (10% environ) sur toute l'épaisseur du dépôt, dans les deux secteurs considérés ; ils deviennent cependant légèrement plus abondants (15% et 13%) à l'extrême sommet de la couche, dans le secteur n° 1.

Comme dans les couches 10 et 9, les cailloux sont de fort diamètre, et apparaîssent très émoussés et extrêmement friables ; ils sont composés de calcaire graveleux ; quelques échantillons seulement (10% environ) sont de texture plus fine.

Plusieurs de ces cailloux portant un revêtement ferromanganique noirâtre semblent moins fragiles ; la présence de ce revêtement pourrait être responsable de la moindre capacité d'absorption d'eau des mêmes éléments à ce niveau.

d - La faible augmentation de la proportion de graviers de quartz, décelable au sommet de la couche 8 (secteur 1), s'accentue à la base de la couche 7 (niveau 7c).

L'analyse des sédiments prélevés à ce niveau dans le secteur n° 3 (Pl. 119) montre un accroissement de plus de 5% de la fraction correspondante ; dans le secteur n° 2, la même fraction représente 45% du matériel analysé (Pl. 117) ; remarquons cependant que, à l'inverse de ce que nous avons constaté dans la couche 8/9, la valeur des pourcentages cumulés des fractions grossières et des fractions moyennes reste déficitaire par rapport à celle des dépôts qui les encadrent ; il semble donc que les phénomènes d'altération qui sont intervenus dans la désagrégation des éboulis ont porté sur un matériau originellement peu grossier.

Sauf erreur d'échantillonnage de notre part, il semblerait, au vu des données de la granulométrie globale, que l'on puisse rapporter la base du niveau 7b à la même phase de sédimentation que celle du niveau 7c, puisque dans les secteurs 2 et 3, les pourcentages de granules et de graviers sont sensiblement comparables.

e - Un nouvel ensemble sédimentaire se trouve isolé par la granulométrie globale. Il correspond au sommet du niveau 7b, au niveau 7a, à la mince formation stérile sus-jacente (couche 6/7), ainsi qu'au niveau 6b (Pl. 117 et 119).

Par rapport au niveau 7c plus particulièrement, le pourcentage des cailloux s'accroît notablement : 70 en 7a, 60 en 6/7, 60 en 6b dans le secteur n° 2, 60 et 70 pour les niveaux 7a et 6b dans le secteur n° 3. Le taux de granules et de graviers demeure sensiblement constant sur toute l'épaisseur du dépôt ; il est voisin de 10%.

L'accroissement global de la fraction supérieure à 10 mm s'accompagne ici d'une augmentation concomittante de la taille des éléments ; les cailloux de diamètre supérieur à 50 mm prédominent à tous les niveaux (exception faite du niveau 6b), dans les deux secteurs considérés : la texture relativement plus fine du matériau calcaire pourrait être responsable de cette particularité.

f - L'analyse d'échantillons prélevés dans les secteurs 2 et 3, à l'extrême sommet de la couche 6 (niveau 6a), conduit à introduire une nouvelle coupure stratigraphique à partir de ce niveau.

Dans le secteur n° 2, le taux des cailloux accuse une diminution de 10% par rapport au sommet du niveau 6b, et atteint une valeur minimale de 15% dans la mince formation 5/6 qui, à cet endroit, sépare la couche 6 de la couche 5. Un très faible accroissement des cailloux se manifeste à nouveau à la base de la couche 5, mais ils ne représentent pas plus de 20% du matériel (Pl. 117).

Une évolution similaire, mais plus significative encore, est mise en évidence par l'analyse des mêmes dépôts dans le secteur n° 3 (Pl.119). Dans le niveau 6a, les cailloux ne représentent pas plus de 25% du sédiment, alors que leur pourcentage est encore voisin de 65 au sommet du niveau 6b. Le niveau 5/6 n'existe pas ici, et bien que les cailloux soient à nouveau en faible augmentation à la base de la couche 5, ils ne forment pas plus de 45% du matériel.

Notons enfin que cette diminution générale de la proportion de cailloux, dans le niveau 6a, dans la couche 5/6 et à la base de la couche 5, ne s'accompagne pas ici d'une augmentation du taux de granules et de graviers : les caractéristiques granulométriques globales du sédiment sont donc, ici, proches de celles qui étaient les leurs au moment du dépôt.

g - Exception faite de son extrême base, que ses caractéristiques texturales tendent à rapprocher du niveau 6a et de la couche 5/6, la couche 5 s'individualise par la réapparition des cailloux.

Déjà bien représentés à la base de la couche, dans le secteur n° 3 (45%), ils atteignent une valeur maximale de 90% à mi-hauteur ; au même niveau, 80% d'entre eux sont de diamètre supérieur à 2 mm, et comportent essentiellement des éléments voisins de 60 mm.

Dans le secteur n° 2, la composition du sédiment apparaît différente. La base de la couche présente une composition comparable à celle de la couche 5/6 ; les cailloux sont mieux représentés à mi-hauteur et au sommet du dépôt, mais ils ne forment jamais plus de 25% du matériel analysé. A l'inverse de ce que nous avons noté au même niveau, dans le secteur n° 2, ces éléments sont, ici, accompagnés par une forte proportion de graviers de quartz, qui portent le pourcentage du matériel de

diamètre supérieur à 2 mm, à près de 55%. Cette particularité nous conduit donc à conclure que la couche 5 a été le siège de phénomènes d'altération, postérieurement à sa mise en place ; nous verrons que l'épisode climatique correspondant est contemporain du dépôt de la couche 4.

Ces phénomènes d'altération se seraient, en outre, manifestés avec une plus grande intensité dans le secteur n° 2 que dans le secteur n° 3 : c'est d'ailleurs là une constatation qui se vérifie à tous les niveaux du remplissage, la proportion des graviers de quartz libérés par dissolution du ciment calcaire des éboulis étant, en règle générale, plus importante dans le premier secteur que dans le second.

h - L'accroissement de l'humidité qui, nous venons de le voir, a favorisé l'altération de la couche 5, s'est accompagné, semble-t-il, d'une diminution de l'intensité des phénomènes d'érosion mécanique lors de la formation de la couche 4 (Pl. 117 et 119).

A ce niveau en effet, une nouvelle diminution de la teneur du sédiment en fractions grossières se manifeste ; les cailloux ne représentent plus que 10% du sédiment dans le secteur n° 2, et 15% dans le secteur n° 3. Cette évolution s'accompagne, en outre, d'une diminution de la taille des éléments constitutifs, qui demeure voisine de 20 mm sur toute l'épaisseur du dépôt. Une augmentation très sensible du taux des graviers ne compense pas, ici, le déficit des cailloux.

i - La couche 3 n'a fait l'objet que d'une seule série d'analyses, sur des échantillons prélevés dans le secteur n° 2, seul point du gisement où elle soit représentée (Pl. 117).

Le sédiment y apparaît à nouveau plus grossier que précédemment ; les cailloux dont le diamètre tombe rarement en dessous de 50 mm, forment plus de 40% de l'échantillon analysé, et les pourcentages cumulés de la fraction correspondante, des granules et des graviers, amènent la valeur du sédiment de diamètre supérieur à 2 mm, à 80%.

Il semble donc que, comme dans le cas de la couche 5 dans le même secteur, la couche 3, composée originellement d'un matériel très grossier,

ait été le siège de phénomènes d'altération immédiatement postérieure : c'est là une interprétation qui s'accorde avec les résultats d'analyses des fractions fines du sédiment.

j - Comme la couche 3, la couche 2 n'a fait l'objet que d'une seule série d'analyses sur des échantillons prélevés dans le secteur n° 2 (Pl. 117).

Nous y retrouvons encore des caractéristiques granulométriques globales différentes de celles du dépôt sous-jacent : une nouvelle diminution de la proportion de cailloux, qui porte leurs pourcentages à 25 seulement, est surtout accompagnée, ici, d'une augmentation concomittante de la teneur du sédiment en particules inférieures à 2 mm. Les granules et les graviers demeurent relativement rares, puisqu'ils ne dépassent pas 15%.

k - Une remarquable similitude apparaît dans la composition granulométrique des sédiments du niveau 1c, prélevés dans les secteurs 2 et 3 du gisement. Dans les deux cas, le pourcentage des cailloux est voisin de 55, celui des fractions moyennes, de 10 (Pl. 117 et 119).

Ces valeurs nous conduisent à placer là une nouvelle coupure stratigraphique, que nous pouvons d'ores et déjà interpréter comme le produit d'une variation climatique plus froide que celle qui a présidé au dépôt de la couche sous-jacente.

l - Le niveau 1b présente des caractéristiques granulométriques à nouveau différentes. Dans le secteur n° 2, les pourcentages cumulés des cailloux et des graviers ne dépassent pas 50, dans le secteur n° 3,ils atteignent une valeur particulièrement faible : 10% seulement au sommet.

m - Le niveau 1a enfin s'individualise par une nouvelle augmentation des fractions grossières, ainsi que des granules et des graviers. Ces derniers éléments qui, nous l'avons vu, se présentent localement à l'état d'amas plus ou moins cohérents, représentent le produit d'altération d'éboulis plus volumineux.

2° - Analyses sédimentologiques des fractions de diamètre inférieur à 2 mm.

Nous ne commenterons pas ici le tracé des courbes cumulatives réalisées après granulométrie du sédiment de diamètre inférieur à 2 mm, avant et après décarbonatation. Nous donnerons seulement trois exemples caractéristiques, correspondant respectivement à la représentation graphique du sédiment fin de la base de la couche 8 (secteur 1), du niveau 7b (secteur 2) et du niveau 1b (secteur 3) (Pl. 121).

Premier exemple :

Sable argileux, faiblement limoneux, relativement grossier (Md = 0,190 mm sur sédiment brut et 0,210 mm sur sédiment décarbonaté), bien classé dans le domaine des sables fins (Hé = 0,90 et 0,70).

Deuxième exemple :

Sable limono-argileux, moins bien classé que dans le cas précédant (Mé = 1,05 et 0,95) et plus grossier (Md = 0,270 et 0,250). La composition plus grossière du sédiment n'est pas, ici, consécutive à une augmentation de la teneur du sédiment pris globalement en éléments sableux, mais à une plus grande abondance de particules très grossières dans la fraction correspondante. Cette particularité se manifeste par un bombement de la courbe cumulative entre les mailles 2 mm et 0,5 mm.

Troisième exemple :

Sable limono-argileux, peu grossier (Md = 0,130 mm sur sédiment brut et décarbonaté), très mal classé (Hé = respectivement 1,50 et 1,20). Le mauvais classement du matériel se traduit par une courbe au tracé assez plat dans le domaine des sables, cet aplatissement étant, par ailleurs, accentué par la présence d'une fraction limoneuse mieux fournie.

Les deux premières courbes correspondent, en fait, à deux faciès lithologiques des affleurements de roche calcaire qui ont alimenté

le dépôt, aux différents moments du remplissage.

La troisième courbe évoque un matériau de désagrégation, originellement fin, enrichi en fractions limoneuses et argileuses d'origine allochtone.

Exception faite, donc, de quelques cas isolés, comparables à celui du niveau 1b, l'interprétation de la morphologie des courbes cumulatives ne nous a pas fourni d'indication significative.

Les variations granulométriques mises en évidence par le report des pourcentages cumulés des sables, des limons et des argiles, avant et après décarbonatation, sur des diagrammes globaux, apportent, par contre, une documentation qui mérite d'être prise en considération.

- Les différences d'ordre textural, que nous avons constatées dans la catégorie des sables, n'ont pas de répercussion sensible sur la composition globale du sédiment fin, puisqu'elles ne se manifestent que dans la seule fraction correspondante (2 mm - 0,050 mm)

- A quelques exceptions près, (sommet du remplissage en particulier), le pourcentage global des sables est donc sensiblement constant sur toute l'épaisseur des dépôts, ce qui nous autorise à prendre en considération les variations de pourcentages des colloïdes.

- Ces variations prennent une valeur significative si on les compare à celles de la granulométrie globale du sédiment, à celles de la teneur du matériel fin en carbonates, ainsi qu'aux valeurs du ΔpH :

a - . Augmentation de la proportion de graviers de quartz au sommet de la couche 9, diminution de la teneur du sédiment fin en carbonates, faibles valeurs du taux des colloïdes et faibles valeurs du ΔpH au même niveau.

. Enrichissement graduel du sédiment fin en fractions colloïdales

dans les couches 9 et 10, augmentation des valeurs du ΔpH au même niveau.

b - . Désagrégation des éboulis sous forme de graviers dans le niveau 7c et à la base du niveau 7b, faible teneur du sédiment fin en carbonates et en colloïdes dans les mêmes niveaux.

. Illuviation du matériel colloïdal sur toute l'épaisseur de la couche 8, et augmentation sensible des valeurs du ΔpH (secteur 1).

Dans le secteur n° 3, ces manifestations sont, en partie, masquées par des phénomènes d'illuviation postérieurs ; on notera cependant l'accroîssement du ΔpH dans la couche 8.

c - . Faible teneur du sédiment au sommet du niveau 6b, dans le niveau 6a, dans la couche 5/6 et à la base du niveau 5. Faible proportion des carbonates et des colloïdes dans ces niveaux, diminution très marquée des valeurs du ΔpH.

. Enrichissement en matériel colloïdal dans la couche 6 (secteur n° 2) et sur toute l'épaisseur de la couche 7 (secteur n° 3). Augmentation concomittante des valeur du ΔpH.

d - Dans le secteur n° 3 :

. Diminution du pourcentage des carbonates et de la proportion des colloïdes, abaissement des valeurs du ΔpH sur toute l'épaisseur de la couche 4.

. Enrichissement en colloïdes sur toute l'épaisseur de la couche 5 et augmentation du ΔpH au même niveau.

Dans le secteur n° 2 :

. Désagrégation des éboulis de la couche 5, moindre pourcentage de carbonates et moindre valeur du ΔpH à la base de la couche 4.

. Illuviation des colloïdes au sommet de la couche 5 et augmentation du ΔpH au même niveau.

e - Dans le secteur n° 2 seulement :

- Désagrégation des éboulis de la couche 3, diminution du pourcentage de carbonates dans la couche 2, diminution des valeurs du ΔpH dans les couches 2 et 3.
- Illuviation des colloïdes non perceptible, mais augmentation des valeurs du ΔpH au sommet de la couche 4.

f - Secteur n° 3 :

- Sédimentation à caractère limoneux et diminution du taux de carbonates dans le niveau 1b.
- Enrichissement en colloïdes dans le niveau 1c et augmentation du ΔpH.

Secteur n° 2 :

- Faible pourcentage de carbonates dans le niveau 1b.
- Illuviation des colloïdes dans le niveau 1c et dans la couche 2, et augmentation des valeurs du ΔpH dans les mêmes niveaux.

III - INTERPRETATION CLIMATIQUE ET CHRONOLOGIE DES DEPOTS

A - Les dépôts à industrie moustérienne

Nous n'en connaissons que le sommet qui a été exploré sur quelques décimètres d'épaisseur seulement. Les éboulis y forment la quasi totalité du sédiment et, même si la texture particulièrement fine de la roche calcaire qui compose les éboulis à ce niveau, ne permet pas de comparaison avec les dépôts sus-jacents, la présence d'une forte proportion de plaquettes permet de conclure à des phénomènes de gélivation contemporains particulièrement actifs.

Les dépôts correspondants ayant été l'objet de phénomènes d'érosion postérieurement à leur mise en place, il ne nous est pas possible d'en apprécier la position chronologique exacte. Les considérations

que nous exposons ci-après permettent cependant de situer la formation de ces dépôts à un stade avancé du Würm II.

B - Manifestations sédimentaires et évènements climatiques postmoustériens.

Trois observations importantes doivent être rappelées ici.

a - Sur toute l'épaisseur de la couche 11, les éboulis sont rendus solidaires par un concrétionnement carbonaté extrêmement dur.

b - Un tel concrétionnement ne peut être que le résultat de processus de lessivage particulièrement importants, mais ni les observations stratigraphiques, ni les données de la sédimentologie ne nous ont permis de situer l'horizon lessivé correspondant.

d - La couche 11 porte les traces de phénomènes d'érosion qui, autant que la faible étendue de la zone fouillée permet d'en juger, ont profondément modifié le sommet du dépôt.

Ces différentes manifestations ne sont pas sans rappeler celles qui, dans l'abri de Caminade, ont succédé à la formation du remplissage à industries moustériennes, et précédé l'occupation de la station par les hommes du Paléolithique supérieur : dans ce gisement, une phase de pédogénèse a été suivie d'une phase d'érosion, celle-ci ayant été suffisamment intense pour détruire le sommet du paléosol correspondant, et pour évacuer localement la totalité des dépôts moustériens.

De ces considérations, il ressort que les évènements climatiques qui, au Roc de Combe et à Caminade, se sont traduits par des manifestations comparables, sont nécessairement contemporains.

Nous assimilerons le concrétionnement carbonaté qui affecte la couche 11 du Roc de Combe, à l'horizon calcique d'un paléosol, dont

les horizons sus-jacents ont été détruits par la phase d'érosion qui a succédé à la phase de pédogénèse correspondante.

Nous attribuerons donc ces deux évènements aux manifestations locales d'un même épisode climatique, en l'occurence l'interstade Würm II - Würm III.

C - Les dépôts du Paléolithique supérieur

1° - Signification climatique

Les seules données dont nous disposions, pour proposer une interprétation climatique de ces dépôts, sont celles de la granulométrie globale et celles de l'analyse du sédiment fin.

Les variations des valeurs correspondantes sont cependant suffisamment contrastées pour faire apparaître plusieurs phases de sédimentation, séparées par des épisodes d'altération.

En l'absence des arguments habituellement utilisés, ceux d'ordre morphologique en particulier, nous observerons une certaine prudence dans l'interprétation de l'intensité et des modalités d'intervention des différents facteurs climatiques qui ont participé à l'élaboration de ces dépôts.

a - Les couches 10 et 9 qui contiennent respectivement du Périgordien ancien et de l'Aurignacien, correspondent à une même phase de sédimentation ; aucune différence d'ordre textural n'apparaît, en effet, entre les deux dépôts. Les éboulis de calcaire graveleux prédominent à tous les niveaux, et témoignent donc d'une sédimentation d'origine exclusivement cryoclastique.

b - L'augmentation progressive de la proportion des graviers de quartz dans le dépôt 8/9, qui ne représente en fait que le sommet stérile

de la couche 9, est consécutive à la désagrégation des éboulis cryoclastiques par des phénomènes d'altération immédiatement postérieurs. La phase climatique correspondante semble avoir été suffisamment tempérée pour entraîner la stabilisation des parois de l'abri ; elle a été surtout suffisamment humide pour favoriser la dissolution de la composante carbonatée des éboulis, la libération du matériel colloïdal et son illuviation en profondeur.

c - Une nouvelle sédimentation, liée à une nouvelle dégradation cryoclastique des parois de l'abri, a donné naissance à la couche 8. Les caractéristiques climatiques de la période correspondante semblent avoir été assez comparables à celles qui ont présidé à la formation des couches 10 et 9. Les éboulis forment à nouveau la plus grande partie du sédiment, et ne semblent avoir été l'objet d'autre remaniement que celui de phénomènes d'altération postérieurs.

La seconde occupation de l'abri par les hommes du Périgordien ancien coïncide donc avec un nouvel épisode climatique à tendance générale froide.

d - Les données de la granulométrie globale permettent d'attribuer à une même phase de sédimentation le niveau 7c et la base du niveau 7b, auxquels sont associées des industries de l'Aurignacien I.

Les fractions de diamètre supérieur à 2 mm sont en faible proportion, et témoignent donc de phénomènes de gélivation de faible intensité et de faible amplitude, dans un contexte très humide.

L'humidité contemporaine est mise en évidence par des manifestations de dissolution, qui ont été suffisamment marquées pour conduire à la désagrégation des éboulis au fur et à mesure de leur élaboration, ainsi qu'à l'illuviation des colloïdes sur toute l'épaisseur de la couche 8.

L'occupation du Roc de Combe par les hommes de l'Aurignacien I s'est donc effectuée lors de conditions climatiques modérées et très humides.

e - Elle s'est cependant poursuivie lors d'une nouvelle phase climatique à caractère plus froid et vraisemblablement plus sec, si l'on en croit la nouvelle augmentation du sédiment en éboulis qui se manifeste dès le sommet du niveau 7b et dans le niveau 7a qui contient également une industrie de l'Aurignacien I.

Des phénomènes de gélivation de forte intensité se sont également manifestés pendant la formation de la couche 6/7, ainsi que pendant le dépôt du niveau 6b où nous avons noté une proportion croissante d'éboulis de fort diamètre. A ce stade cependant, et après un bref abandon de l'abri par les Paléolithiques (6/7), les porteurs de l'Aurignacien II se sont établis.

f - La phase climatique suivante a été caractérisée par une nouvelle amélioration du climat. Elle est, à ses débuts, responsable d'une sédimentation de texture plus fine, alors que s'allumaient les derniers foyers de l'Aurignacien II (niveau 6a).

Les phénomènes de gélivation se sont atténués encore pendant la formation du mince dépôt stérile sus-jacent (5/6). En même temps, l'humidité s'est accrue, entraînant l'altération des éboulis et l'illuviation des colloïdes libérés sur toute l'épaisseur de la couche 7.

La base de la couche 5, où se place un nouvel habitat aurignacien (Aurignacien évolué), appartient à la fin de la phase climatique correspondante.

g - Le climat est devenu à nouveau plus froid lors de la formation du sommet de la couche 5, dans laquelle les fractions de diamètre supérieur à 2 mm deviennent à nouveau prépondérantes.

La désagrégation locale des éboulis de cette couche (secteur n°2) est le résultat de phénomènes d'altération immédiatement postérieurs.

h - C'est à l'épisode correspondant qu'appartient la couche 4. A ce niveau, les éboulis acquièrent une valeur minimale, et sont remplacés par un sédiment de texture plus fine ; la présence de quelques éléments

gréso-ferrugineux roulés parmi les sables grossiers pourrait indiquer une origine allochtone d'une partie du matériau.

L'humidité contemporaine est, par ailleurs, indiquée par l'altération locale de la couche 5, sur toute son épaisseur (secteur n° 2) et surtout, par l'illuviation du matériel colloïdal.

L'occupation de l'abri du Roc de Combe par les porteurs de l'industrie du Périgordien à pointes de la Gravette est donc intervenue lors d'un épisode d'amélioration climatique et de forte humidité.

i - L'altération dont a été l'objet la couche 3 ne permet pas de qualifier très précisemment le climat contemporain de sa formation. La très nette augmentation de la teneur du sédiment en éléments de diamètre supérieur à 2 mm et, parmi ceux-ci, celle des éboulis de fort diamètre, permettent cependant de conclure à une sédimentation d'origine cryoclastique particulièrement active, simultanément à l'occupation du site par les hommes du Périgordien supérieur à burins de Noailles.

j - L'élévation de température, et par conséquent, l'atténuation des phénomènes de gélivation, dont témoignent des caractéristiques granulométriques de la couche 2, se sont accompagnées d'une augmentation considérable de l'humidité. Elle est, à ses débuts, responsable de l'altération des éboulis de la couche 3 sous-jacente ; elle a atteint son maximum d'intensité à la fin de la période correspondante où les phénomènes de ruissellement sont devenus suffisamment importants pour évacuer, localement, les couches 2 et 3 sous-jacentes.

k - Le retour de phénomènes de gélivation plus intenses, dans un contexte vraisemblablement plus sec, a déterminé une nouvelle dégradation cryoclastique de l'abri, et a favorisé l'édification du niveau 1c auquel est associée une industrie du Périgordien supérieur évolué.

l - Le sommet du remplissage paléolithique du Roc de Combe, formé par les niveaux à industrie du Périgordien final 1b et 1a, est caractérisé par un sédiment appauvri en éboulis cryoclastiques et par une altération

générale de ceux-ci ; ces dépôts sont donc contemporains d'une dernière oscillation climatique à caractère adouci et très humide. Le léger enrichissement en éboulis qui se manifeste à l'extrême sommet du dépôt pourrait correspondre à une nouvelle dégradation du climat.

2° - Attribution chronologique

Plusieurs arguments d'ordre archéologique, stratigraphique et sédimentologique nous permettent d'établir, dès à présent, des corrélations entre les couches 10 à 6 du Roc de Combe et les dépôts à industries du Paléolithique supérieur de Caminade.

- Dans les deux cas, les premiers niveaux paléolithiques supérieurs se superposent à des dépôts moustériens, mais en sont séparés par une phase de pédogénèse et par une phase d'érosion.

- Les couches G à F de Caminade et les niveaux 7b (sommet) et 7a du Roc de Combe, auxquels sont associées des industries de l'Aurignacien I, sont contemporains d'un climat rigoureux.

- La couche D de Caminade (niveaux D2i et D2s) et le niveau 6a du Roc de Combe, contenant, dans les deux cas, de l'Aurignacien II, se sont mis en place sous des conditions plus modérées et très humides.

Les formations de sables et de blocailles, au sommet desquels D. de SONNEVILLE-BORDES a noté la présence de deux pointes de Châtelperron, et qui séparent localement la couche M (moustérienne) et la couche G (Aurignacien I) de Caminade, se placent donc dans le même intervalle de temps que les couches 10, 9, 8 et la base de la couche 7 du Roc de Combe. La présence du Renne, dans la couche 8 de ce dernier gisement, permet de rapporter ces dépôts aux premiers moments du Würm III.

Précisons enfin, que la succession de ces évènements climatiques

n'est pas sans rappeler celle que nous avons mise en évidence dans les couches 5 à 3 de la galerie principale de Font de Gaume.

Les implications archéologiques que soulèvent les corrélations chronologiques entre ces différents dépôts, seront développées en détail dans la troisième partie de cet ouvrage.